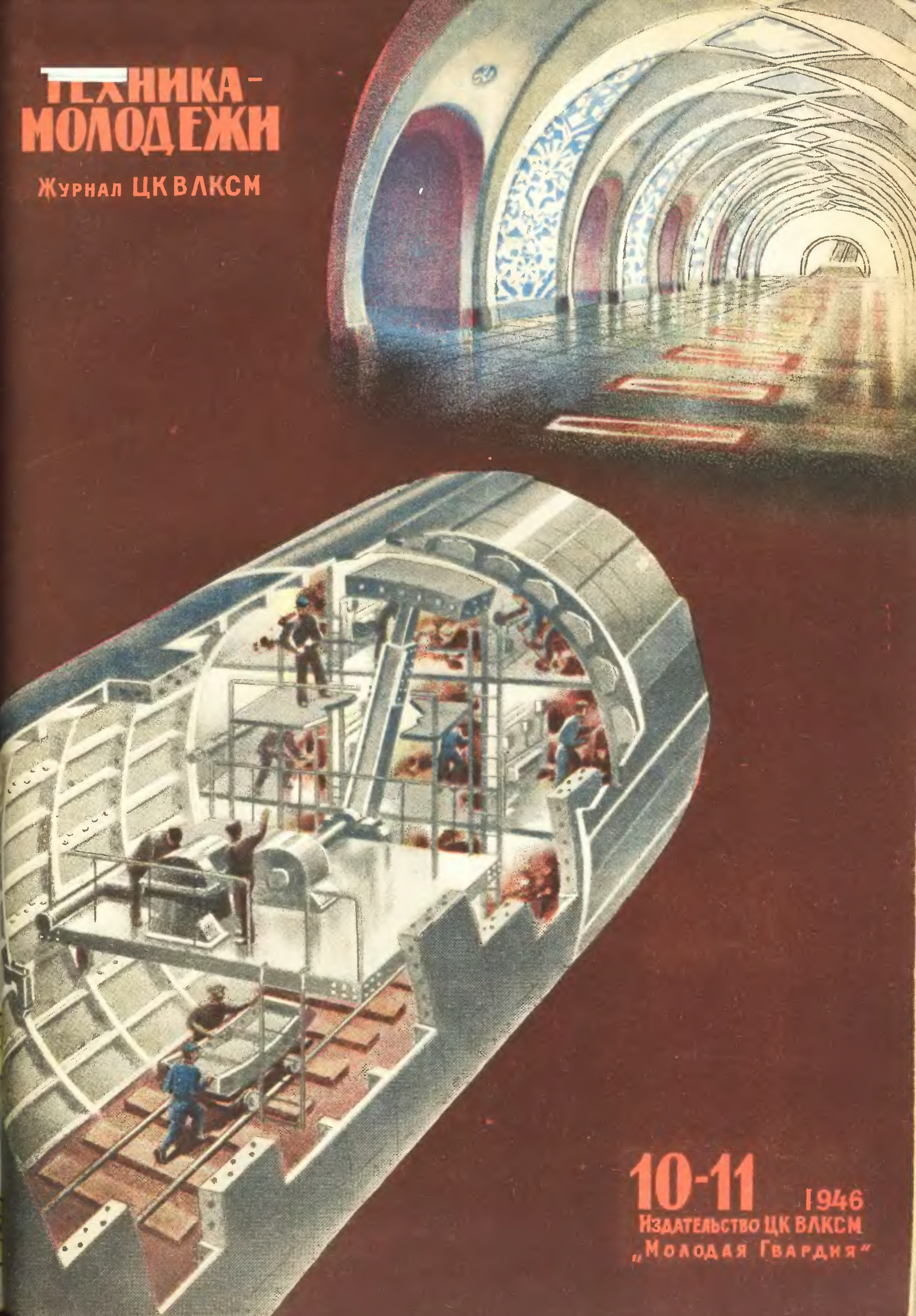

ТЕХНИКА-
МОЛОДЕЖИ
Журнал ЦК ВЛКСМ
10-11
1946
Издательство ЦК ВЛКСМ
„Молодая Гвардия"



ПОМОЖЕМ МОЛОДЫМ ВОССТАНОВИТЕЛЯМ В ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Все шире развертывается движение за успешное выполнение и перевыполнение пятилетнего плана восстановления и развития народного хозяйства нашей страны. Почти ежедневно, с чувством непередаваемого воодушевления в великом патриотическом почине, все новые и новые отряды рабочих, служащих и технической интеллигенции вступают в это всенародное дело — быстрейшего и лучшего решения больших и важных задач нового пятилетнего плана.

Одной из таких задач ближайшего будущего является восстановление разрушенных немцами городов, и в первую очередь — городов-героев: Ленинграда, Сталинграда, Севастополя, являющихся гордостью всего советского народа.

В решение этих задач много творческого труда вкладывает наша молодежь. Молодые патриоты горят желанием найти новые пути и способы для быстрейшего восстановления разрушенных немцами городов.

Коллектив секции электросварки и электротермии Академии наук СССР и кафедры электротехники Московского ордена Трудового Красного Знамени высшего технического училища имени Н. Э. Баумана решили оказать помощь молодым строителям в обеспечении строительных работ усовершенствованными инструментами и приспособлениями, механизмами и оборудованием, помочь им повысить производительность труда в этой благородной работе.

Работая над проблемой «Теория и системы электрических машин и аппаратов для сварки», наш коллектив сконструировал и построил сварочный трансформатор, который по своим техническим данным предназначен для производства сварочных работ при восстановлении жилого и промышленного фондов городов. Изготовленные нашей лабораторией сверх плана рабочий проект и три экземпляра трансформаторов, названные нами в честь молодых восстановителей именем «Комсомолец», мы передаем в подарок молодым строителям и восстановителям городов Ленинграда, Сталинграда и Москвы.

В 1946 году мы разработаем и изготовим опытный экземпляр сварочного трансформатора с техническими данными, обеспечивающими производство сварочных работ в различных отраслях нашей промышленности. Эту работу мы передадим в подарок труженикам нашей промышленности.

Товарищи ученые, инженерно-технические работники!

В процессе научных исследований большого теоретического и принципиального значения, направляя творческую инициативу на создание новых машин, приборов, технологических процессов, дадим стране дополнительные ресурсы для полного и досрочного выполнения величественной программы восстановления и развития народного хозяйства!

Все творческие силы — на решение основной задачи, поставленной великим ученым и руководителем нашей страны Иосифом Виссарионовичем Сталиным: «Не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны».

АКАДЕМИК (В. НИКИТИН)

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!



Ежемесячный популярный производственно-технический и научный журнал ЦК ВЛКСМ
1946 г. 14-й ГОД ИЗДАНИЯ ОКТЯБРЬ — НОЯБРЬ № 10 — 11
Адрес редакции: Москва, Новая пл., д. 6/8. Тел. К 0-53-44

КОНДЕНСАТОРЫ БУДУЩЕГО

В. НИКОЛАЕВ

Члену-корреспонденту Академии наук СССР Б. М. Вулу присуждена Сталинская премия второй степени.

Эта высокая награда дана ему за выдающуюся работу — открытие и всестороннее исследование сверхвысокой диэлектрической проницаемости титаната бария.

Диэлектрическая проницаемость титаната бария в сотни раз больше, чем у обычных диэлектриков. Электротехника обогатилась новым замечательным материалом.

История открытия Б. М. Вула необычайно поучительна. Она наглядно показывает роль большой науки в решении практических задач. Можно ли было случайно натолкнуться на необыкновенное свойство титаната бария, наугад перебирая всевозможные вещества? Теоретически, казалось бы, да. Но практически работать по такой системе бессмысленно: ведь химии известно около 50 000 неорганических соединений и свыше 1 000 000 органических. А ведь эти вещества можно еще по-разному комбинировать между собой!

Новый диэлектрик, открытый Вулом, — результат тонкого теоретического анализа, глубоких физических исследований. Он не случайное, а закономерное завершение многолетнего изучения диэлектриков.

Работы, непосредственно приведшие к установлению необыкновенного свойства титаната бария, были начаты в 1941 году. Началась война. Вместе с армией на фронт отправились тысячи радиостанций. Военная радиостанция должна быть надежна и компактна. Она должна быть дешевой и простой в изготовлении. Конденсатор — важнейшая часть радиостанции. Вместе с катушкой самоиндукции он образует колебательный контур — сердце любого передатчика и приемника. Конденсаторам приходится работать в трудных условиях, накапливая и отдавая большие электрические заряды и выдерживая между своими обкладками высокие напряжения в сотни и тысячи вольт.

В простейшем виде конденсатор — это две металлические пластины, обкладки, разделенные между собой промежутком. Обкладки заряжены разноименным электричеством. Разноименные заряды, сосредоточенные на них, тяготеют друг к другу и помогают друг другу удерживаться на пластинах. Чем тоньше промежуток между обкладками, тем больше зарядов сможет накопить конденсатор, тем больше его емкость.



Лауреат Сталинской премии, член-корреспондент Академии наук СССР Б. М. Вул.

Емкость конденсатора зависит и от свойств диэлектрика, прослоенного между обкладками. Электрическое поле, создаваемое заряженными обкладками, действует на диэлектрик, заставляет его поляризоваться, и он сам становится заряженным. Поляризация диэлектрика создает условия для еще большего сгущения зарядов на обкладке конденсатора: емкость конденсатора в присутствии диэлектрика выше, чем в том случае, когда в промежутке вакуум — пустота. Число, показывающее это возрастание емкости, — важнейшая характеристика данного диэлектрика; это его диэлектрическая проницаемость, или, как еще говорят, диэлектрическая постоянная. Она тем выше, чем легче смещаются заряды, имеющиеся внутри диэлектрика.

Употребляя обкладки, очень тонкие и с очень большой площадью, и переслаивая их весьма тонким диэлектриком (например парафинированной бумагой или слюдой), электротехникам удается строить конденсаторы с очень большой емкостью и сравнительно небольшими размерами. Бумажный конденсатор, имеющий объем в 0,03 кубических метра, имеет такую же емкость, как весь земной шар!

Диэлектрическая проницаемость обычных изоляционных материалов — парафинированной бумаги, слюды, фарфора, стекла и т. д. — не высока. Она измеряется несколькими единицами. Кроме того, емкость таких конденсаторов недостаточно постоянна. Когда они попадают в условия большой жары или холода, между обкладками и диэлектриком образуется зазор. Емкость конденсатора меняется, и притом неучитываемым образом. Вследствие этого частота, на которую рассчитан колебательный контур, также изменяется. А это недопустимо — это ведет к нарушению четкости связи.

Нужно было сконструировать конденсаторы и с неизменной емкостью, а также и с емкостью, изменяющейся определенным образом в зависимости от температуры. И вот для чего это нужно: ведь, кроме конденсатора, в радиостанции есть провода, катушки и т. п.; они тоже подвержены действию температуры и под влиянием ее изменяют величину своего сопротивления, что тоже ведет к ухудшению резкости настройки. Эти-то изменения и должен был, по замыслу конструкторов, компенсировать конденсатор, меняя с температурой заданным образом свою емкость.

Осенью 1941 года Б. М. Вул вместе со своими сотрудниками приступил к решению этой сложной и ответственной задачи. Она была блестяще решена. Был разработан новый тип конденсатора, диэлектриком в котором служит керамическая масса.

Процесс изготовления этих конденсаторов чрезвычайно прост. Из глинообразной массы готовится кружок. Кружок обжигается в печи, а затем на него кистью наносится серебряная паста. Потом производится вторичный обжиг; паста твердеет, покрывая твердым серебряным слоем нижнюю и верхнюю поверхность кружка из керамики. Серебряное покрытие составляет с ним одно целое, — оно служит обкладками конденсатора. Опасность отслоения обкладок от диэлектрика полностью устранена.

В последнее время керамическим конденсаторам стали придавать форму трубочек.

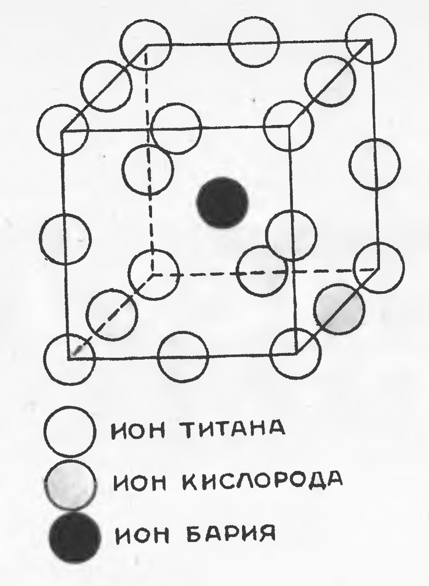
Самое сложное было найти состав для приготовления керамической массы. Ее диэлектрическая проницаемость должна быть очень высока: ведь керамику нельзя сделать такой тонкой, как бумага, и неизбежный проигрыш в емкости вследствие толщины диэлектрика должен быть возмещен значительностью его диэлектрической постоянной.

Ища состав для массы, Б. М. Вул решил для ее приготовления применить

рутил — минерал, обладающий необычайно высокой проницаемостью, равной 100, и стоящий каким-то непонятным уникумом среди всех остальных веществ. Чистый рутил, представляющий собой двуокись титана, нельзя употреблять для изготовления массы вследствие высокой температуры его спекания. Тогда ученый решил обратиться к соединениям рутила с другими веществами. В первую очередь был получен титанат магния, использование которого для аналогичных целей было уже известно. Исследовав это вещество, ученый нашел, что его диэлектрическая постоянная равна 15 и что она возрастает с повышением температуры. Но иметь только одно вещество было мало. Чтобы получить вещество с любым, наперед заданным температурным коэфициентом его диэлектрической постоянной, надо было иметь и другой материал, диэлектрическая постоянная которого уменьшалась бы с увеличением температуры. Дальнейшие изыскания показали, что таким материалом может служить титанат кальция, входящий в соединение двуокиси титана с волжским доломитом (минералом дешевым и имеющимся в любом количестве). Диэлектрическая проницаемость титаната кальция равна 70. Теперь у исследователя были два материала — титанаты кальция и магния, один из которых уменьшал, а другой увеличивал свою диэлектрическую проницаемость вместе с повышением температуры.

Смешивая эти вещества в различных пропорциях, можно было получить материал для составления массы для керамического конденсатора с любой, наперед заданной зависимостью его емкости от температуры.

Поставленная задача была успешно разрешена. Но тут-то и начинается, собственно, история открытия, сделанного Вулом. Ученого заинтересовало, чем вызвано столь резкое различие диэлектрических проницаемостей двух близких по составу веществ — титаната магния и титаната кальция, которые оба принадлежат ко второй группе элементов таблицы Менделеева. Поляризация твердых диэлектриков в основном слагается из двух поляризаций — ионной и электронной. Ионная объясняется тем, что под действием поля деформируется кристаллическая решетка, в узлах которой находятся ионы (заряженные атомы, потерявшие часть своих электронов или, наоборот, имеющие лишние электроны), образующие молекулу. Электронная поляризация вызывается смещением электронов, входящих в состав атомов или ионов. Вычисления показали, что



Кристаллическая решетка типа перовскит. Такое строение имеет молекула титаната бария.

электронная поляризуемость титаната кальция больше, чем у титаната магния. В этом нет никакого противоречия. И суммарная диэлектрическая проницаемость первого вещества больше, чем у последнего.

Вопрос, казалось бы, можно было считать исчерпанным. Но ученый пошел дальше. Оба титаната, оказалось, отличаются, кроме того, типами своих решеток. Титанат кальция образует решетку типа перовскит: куб, в центре которого стоит ион кальция, по углам находятся ионы титана, а между ними сидят ионы кислорода. Титанат же магния образует более сложную решетку типа ильменит. Тонкими опытами Вул установил, что разница диэлектрической проницаемости титанатов определяется главным образом различием в строении решетки. Решетка типа перовскит благоприятствует получению большей величины диэлектрической проницаемости. Ионы в ней расставлены между собою дальше и потому смещаются легче, чем в решетке ильменит. Ну, а если радиус иона щелочно-земельного металла, сидящего в центре куба, будет больше, — что произойдет тогда? Очевидно, что расстояние между ионами по мере увеличения радиуса центрального иона тоже начнет увеличиваться, жесткость решетки станет еще слабее. Эти соображения легли в основу дальнейших экспериментов. Началась планомерная, организованная охота за веществом с высокой диэлектрической постоянной.

Ион тем больше, чем выше атомный номер элемента. Значит, надо итти дальше по таблице Менделеева, соединяя с двуокисью титана все более и более срединные металлы второй группы. Следующим был стронций. Его атомный вес 92. Предположения подтвердились: у титаната этого вещества диэлектрическая постоянная оказалась равной 150. И вот последний во второй группе элемент — барий... На столе исследователя — титанат бария. Последний титанат щелочно-земельного металла. За барием идет радий. Это уже слишком неспокойный и дорогой элемент... Измерительная установка начала свою работу, — и экспериментаторы застывают в изумлении. Приборы показывают: диэлектрическая проницаемость титаната бария больше 1 000. В сотни раз больше, чем у слюды и бумаги!

Начинаются подробнейшие исследования этого удивительного качества титаната бария. Они показали, что титанат бария относится к группе веществ, известных в физике под названием сегнето-электриков. Титанат бария — первый сегнето-электрик, который может быть использован практически как диэлектрик. Из него можно готовить керамическую массу для конденсаторов.

Применение материалов со сверхвысокой диэлектрической проницаемостью откроет в электротехнике новую главу. В сотни раз можно будет уменьшить размеры конденсаторов.

Конденсатор можно сделать весьма высоковольтным, утолщив слой диэлектрика. Новые конденсаторы, конденсаторы будущего, дешевые, компактные, с огромной емкостью и высоким пробивным напряжением, найдут самое разнообразное применение. Электротехника давно ждет таких конденсаторов. Они нужны промышленной высокочастотной электротехнике, рентгенотехнике, электронной микроскопии и т. п. Эти конденсаторы помогут увеличивать косинус фи — коэфициент мощности, сделать электроустановки более экономными.

Применение новых конденсаторов, говорит член-корреспондент Академии наук СССР В. П. Вологдин, позволит использовать в промышленной электротехнике резонансные системы. Резонансные схемы до сих пор были привилегией радиотехники. Для того чтобы построить резонансную схему для промышленной частоты в 50 герц, нужны конденсаторы большой емкости и с высоким пробивным напряжением. Работа Б. М. Вула открывает путь к созданию конденсаторов, которые можно будет придать электромоторам, трансформаторам и т. п., сделать их частями колебательных контуров с собственной частотой, равной частоте переменного тока в сети. Теперь их работа будет итти в такт вместе с изменениями тока во внешней цепи. Работа в резонанс необычайно выгодна. Вспомните, как легко раскачать качели, если их толкать в такт с их колебаниями. Подобный же процесс происходит и в электрической схеме. Коэфициент полезного действия электрических установок при применении резонансных схем будет резко повышен.

Конденсатор нового типа, говорит В. П. Вологдин, даст возможность промышленной электротехнике перейти на широкое использование высокой частоты. Это сулит большие выгоды. Высокочастотный электромотор, например, будет значительно компактней и быстроходней, чем теперешние моторы.

Открытие Б. М. Вула — большое завоевание не только советской, но и всей мировой науки.

Справа изображены: вверху — бакелитовый конденсатор, посредине — новый конденсатор из титаната бария, внизу — он же, полностью готовый, покрытый изолирующей обмазкой и с припаянными отводами. Емкость нового конденсатора, несмотря на его малость, в два с половиной раза больше, чем у бакелитового, хотя оба они выдерживают одинаковое напряжение. Слева изображены: вверху — бакелитовый конденсатор, посредине примерно равный ему по емкости керамический конденсатор из соединения рутила с доломитом, внизу — конденсатор из титаната бария в виде кружка (сейчас делаются главным образом конденсаторы трубчатые).

ЭЛЕКТРОЭРОЗИЯ



Ю. ДОЛГУШИН

„Расширить применение электротехнологии... в производстве металлов и металлообработке".

(Из Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.)

НАДО ШАГАТЬ ВПЕРЕД

Много веков уже люди обрабатывают металл. Первым инструментом был камень, и металл обрабатывался трением. Потом появился металлический же инструмент из более твердых металлов. Механическая обработка за эти века усложнилась, обросла машинами, станками, автоматами. На помощь пришли электричество, химия, газ. Но основным, самым массовым и часто единственно применимым методом до сих пор остается обработка путем непосредственного вырывания или срезания металла инструментом. Станки в этом процессе играют подсобную роль. Они лишь облегчают человеку труд.

Принципиально же современная механическая обработка металла резцом, пилой, фрезом мало чем отличается от первобытной обточки камнем. А огонь ацетиленовой струи, вольтова дуга, химия лишь в некоторых случаях могут заменить стальной фрез, пилу, сверло, резец.

Однако инструмент должен быть крепче, тверже, «сильнее» обрабатываемого им металла. Что же делать, если понадобится обработать деталь из крепчайшей стали? Ведь ее не возьмет никакой напильник, никакое сверло. Наконец, нужно обрабатывать и самый инструмент. Чем? Тут на помощь приходят абразивы — алмаз, измельченный в порошок и вкрапленный в минерал. Собственно говоря, это тот же камень, только искусственный. Но алмаз слишком дорог. Кроме того, абразивы не могут заменить многие виды инструмента и разрешить проблему изготовления деталей непосредственно из твердых и сверхтвердых сталей и сплавов.

Так современная металлообработка подошла к своеобразному тупику: техника в своем развитии требует все более прочных твердых сплавов, и такие сплавы создаются, а обрабатывать их становится все труднее, потому что самые методы обработки остались старые, принципиально они почти не изменились. Вот и приходится, как в древние века, точить металл камнем. Но что говорить о твердых металлах, — с мягкими тоже неладно. Мы можем просверлить любую железную деталь, но в результате получим непременно круглую дыру. А если нужна овальная или плоская щель, это потребует таких манипуляций и ухищрений, которые далеко не на всяком заводе можно осуществить. Значит, и тут тупик. Чтобы преодолеть этот тупик, металлообработка должна была сделать принципиально новый шаг в своем развитии.

И она этот шаг делает.

УДИВИТЕЛЬНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Передо мной небольшая пластинка из крепкой хромистой стали в полтора сантиметра толщиной. В пластинке — аккуратно прорезанное, небольшое шестигранное отверстие, формой своей напоминающее головку небольшого болтика, — и все.

Представьте себе, что вам нужно сделать такое же отверстие в пластинке. Вам, очевидно, придется взять еще не закаленную, «мягкую» сталь, разметить на ней шестигранник, просверлить в его центре круглое отверстие нужного диаметра; затем тонким напильником «от руки» превратить круглое отверстие в шестигранное. Потом закалить пластинку. Вся работа займет несколько часов, и точность ее будет всецело зависеть от вашей опытности и способности к слесарным работам. Словом, это будет кустарная работа. Однако другого пути нет. Ведь просверлить шестигранник невозможно, выдавить тоже: слишком тонок должен быть инструмент для такого отверстия — он не выдержит и сомнется о сталь этой плитки либо рассыплется вдребезги.

Такие трудности ставит перед производством простое шестигранное, или квадратное, или треугольное — любое некруглое отверстие.

Но вот другая пластинка, такой же толщины, как и первая. Вид ее сразу поражает какой-то странной новизной. В самом деле, ничего подобного мы еще не встречали среди бесконечного разнообразия форм металлических изделий. А между тем в ней тоже ничего нет, кроме отверстия. Только отверстие это имеет форму и размеры обыкновенного зубчатого колесика из будильника. Как будто положили такую зубчатку на эту плитку, и она прошла насквозь, оставив за собой отверстие, в котором точно «отпечатались» все зубцы.

Отливка? Нет.

Может быть, плитка эта сделана из какого-нибудь очень мягкого сплава, в котором легко продавить такую зубчатку? Нет. Плитка эта из сверхтвердого сплава, который нельзя взять никаким металлическим инструментом. И если бы вам предложили сделать в этой плитке зубчатое отверстие, вы просто отказались бы, потому что для современной металлообработки это задача невыполнимая.

Между тем обе эти работы были выполнены только что на моих глазах в течение нескольких минут. Труд, затраченный на это, заключался только в том, что человек укрепил в небольшом станочке, напоминающем сверлильный, шестигранный стерженек из латуни (в другом случае — зубчатку от часов), потом положил вниз пластинку, закрепил ее, залил маслом и включил ток, а когда отверстие было готово, вынул пластинку, обтер ее от масла и сказал: «Вот видите: всего двадцать минут времени — и полкиловатт-часа энергии».

Мне показали много таких пластинок, из самых разнообразных металлов и сплавов — от красной меди до стали Гатфильда и победита. Их украшали то отверстия причудливых, необычных форм, то аккуратно выгравированные рисунки или надписи, как бы вдавленные набранной строкой мягкого типографского шрифта. Это на победите-то!

— Чем, как это сделано? — недоумевал я.

И люди, которые все это открыли, придумали и осуществили, — кандидат технических наук Б. Р. Лазаренко и инженер Н. И. Лазаренко — ответили:

— Электричеством. Не инструментом, не станком, приводимым в действие током, а самим электричеством непосредственно: током, который мы заставили грызть металл, как нам надо. Это делает тот самый искровый разряд, которым пятьдесят лет назад пользовался Попов, чтобы отправить в эфир первые радиосигналы. Только Попов старался добиться возможно большего излучения электромагнитной энергии в пространство, а мы стремимся к тому, чтобы задержать, собрать эту энергию в разряде и заставить ее работать вместо инструмента. Мы научились управлять самой природой металла: она ведь, в конечном счете, электрическая. Ведь атомы металла, как и всякой материи, состоят из электронов, протонов и других элементарных частиц.

И вот тут, еще не понимая, как именно электричество заставили «грызть» металл, я вдруг представил себе всю многовековую борьбу человека с металлом, и мне стало ясно, что до сих пор человек не был победителем в этой борьбе. Металл был укрощен, но не покорен.

Да, металл служит нам; он принимает бесконечно разнообразные формы, нужные нам, но, лишь разогревая или

плавя металл, нам удается сломить его упорство. Холодный же металл уступает только силе; тут его «душа», его природа остается нетронутой.

Дорого и тяжело обходится человеку борьба с упорством металла.

Целые армии слесарей, вооруженные напильниками или ножовками, упорно и тяжело, сменяя один другого, вырывают из металла мельчайшие частицы — опилки, чтобы придать ему нужную форму.

Тысячи заводов, поглощая целые «Донбассы топлива», готовят хитроумнейшие станки, чтобы строгать, сверлить, шлифовать, ковать, давить металл. Другие заводы производят инструмент для этих станков. Металлурги ищут металлы, которыми можно резать, пилить, долбить, сверлить другой металл.

Миллионы людей, горы топлива, газ, электростанции, транспорт, энергия творческой мысли конструкторов и изобретателей, целые века трудовых человеко-часов — вот чего стоит человеку укрощение металла, его обработка.

Но то, что я увидел в лаборатории изобретателей Лазаренко, эти блестящие шлифованные плитки с такими непривычными для глаза, изящными отверстиями, простота и скорость их изготовления, — это было уже нечто иное. Тут совершалось настоящее приручение металла, покорение его «души», его существа. Тут он сам отдавал по велению собственной природы то, что обычно отнимается у него насильно грубым хирургическим вмешательством резца.

В этом было дыхание новой эпохи.

КОНТАКТ — СЛАБОЕ МЕСТО ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Вероятно, вам не раз приходилось видеть эту нелепую сцену: шофер нажал кнопку, чтобы дать короткий сигнал, а сирена «застряла»: продолжает назойливо и бессмысленно реветь. Некоторое время машина двигается, затем останавливается у тротуара; шофер открывает капот, долго ищет, где замкнулись провода. Потом выясняется: проводка в порядке, но многократно соприкасающиеся контакты сигнального устройства прочно соединились и как бы спаялись накрепко. Их приходится отверткой отрывать один от другого. Ну, понятно, контакты искрят, искра плавит металл в какой-то точке, и контакты свариваются. Это объяснение настолько просто и убедительно, что причины замыкания обычно и не вызывали сомнений.

Электрические звонки в квартире часто перестают работать потому, что вибрирующая пластинка в месте контакта с острием замыкателя оказывается как бы прожженной насквозь.

Но это всё случаи, так сказать, обывательские. А вот поговорите со специалистами-электротехниками, имеющими дело со всякими реле и другими устройствами, где ток прерывается многократно с большей или меньшей частотой. Вы убедитесь, что контакт — самое слабое место современной электротехники. Больше всего аварий и отказов в работе происходит от порчи контактов. Они как бы разъедаются искрой, уродуются, на них образуются неровные наросты, обожженные и окисленные, или, наоборот, углубления. Чем больше работают, то есть соединяются и разъединяются контакты, тем сильнее уродуются их смыкающиеся поверхности. В конце концов маленький промежуток между ними (около миллиметра) заклинивается наросшим металлом или они перестают касаться один другого.

Но электротехника развивается, и ей все больше требуется таких устройств, вся работа которых состоит в замыкании и размыкании контактов. Это различные реле. Вся автоматика и телемеханика в промышленности, на транспорте, в связи основана на таких устройствах. Их роль ответственна: они предупреждают аварии на железных дорогах, линиях метро; от них зависит ход производственных процессов на предприятиях, работа шлюзов на каналах и многое другое.


Лауреат Сталинской премии Б. Р. Лазаренко.

Вот почему электротехнике пришлось вплотную заняться проблемой контактов. Во всех крупнейших электротехнических институтах мира началась борьба с их порчей.

Что же, однако, происходит с контактами во время работы, почему они портятся?

Известно, что всякое размыкание или замыкание цепи электрического тока сопровождается искровым или дуговым разрядом.

Если мы внимательно рассмотрим поверхность контактов, между которыми произошло несколько таких разрядов — вспышек — при прерывании ими цепи постоянного тока, то увидим, что частицы металла перескочили с одного контакта на другой. И чем больше раз эти контакты разомкнут ток, тем большее количество частиц совершит такой перескок. В конце концов на одном контакте образуется впадина, кратер, а на другом — выступ.

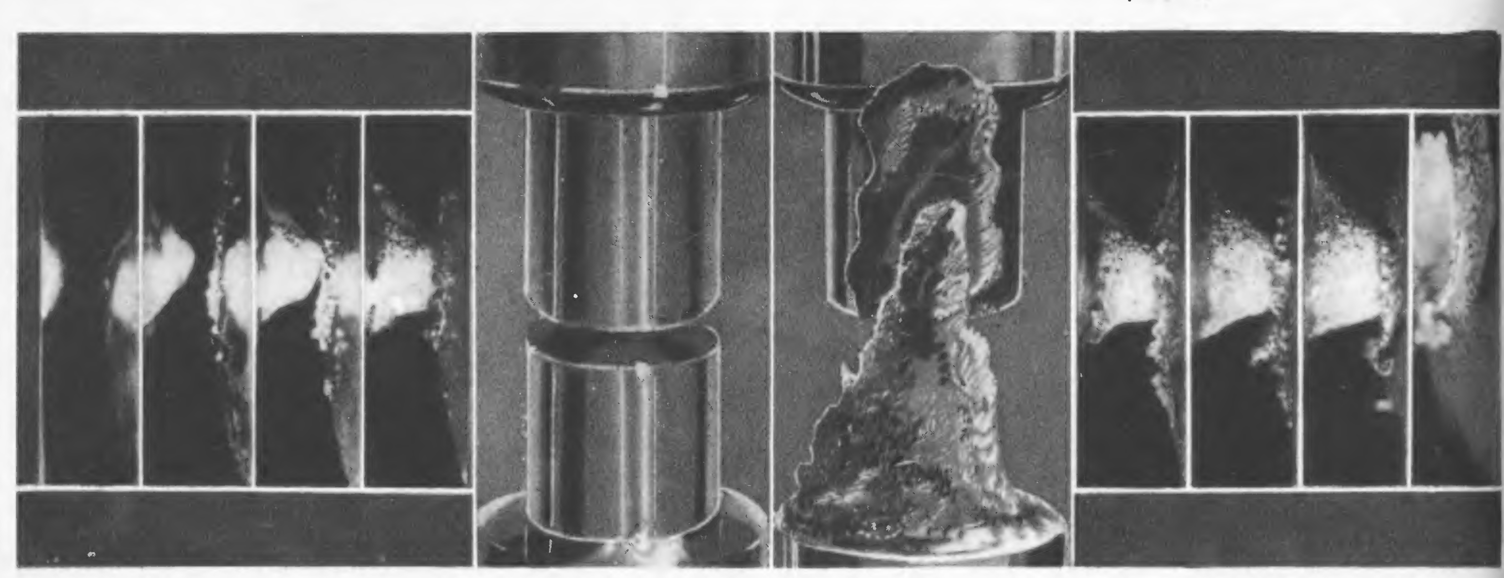
Явление это называется «электрической эрозией» (от латинского слова «erodo» — выгрызаю, выгладываю). Оно и служит причиной порчи контактов.

Десять лет назад, когда молодые научные работники Борис Романович и Наталия Иоасафовна Лазаренко начали во Всесоюзном электротехническом институте борьбу с этим вредным явлением, задача казалась не такой уж сложной: нужно было найти материал для контактов, который не был бы подвержен эрозии.

Экспериментальная установка с работающими контактами сразу же показала, что не все металлы одинаково ведут себя в роли контактов: одни эродируют меньше, другие больше. Казалось ясным, что это зависит именно от материала. Очевидно, можно было найти и вполне пригодный «эрозиоустойчивый» материал.

И вот начались эти поиски. Испытывались благородные металлы: серебро, платина, — они не дали хороших резуль-

Исследования, проведенные Б. Р. и Н. И. Лазаренко, позволили проследить все стадии разрушения контактов. Серия фотографий показывает последовательное спаивание контактов, образование на одном из них кратера, а на другом выступа. В центре изображены новые контакты и то, во что они превращаются после нескольких дней работы.





Лауреат Сталинской премии Н. И. Лазаренко.

татов. Медь, железо, никель, вольфрам, молибден и другие металлы тоже не решали задачу. Тогда начали испытывать разные сплавы. И вот однажды контакты, сделанные из сплава серебра, меди и никеля в определенной пропорции, показали рекорд: они почти не были тронуты эрозией, несмотря на довольно продолжительную работу на опытной установке.

Немедленно были изготовлены из этого сплава контакты для реле одного авиационного прибора. И при первом же испытании этого реле в производственных условиях оказалось, что эрозия продолжает действовать как ни в чем не бывало. Новый сплав, показавший блестящие результаты при работе на опытной установке в лаборатории, на заводе оказался никуда негодным. Это было непонятно.

Лазаренко и их сотрудники продолжали искать. Они пробовали помещать работающие контакты в различные среды: в жидкости, газы, разреженный воздух. Эти опыты показали, что среда тоже влияет на степень эрозии, но нет такой среды, которая позволила бы совсем устранить ее. Кроме того, стало ясно, что эрозией в основном управляет какой-то другой, пока неуловимый фактор.

Уже результаты опытов с металлами и сплавами убедили исследователей, что эрозия — явление более сложное, чем это казалось вначале, и что самая природа его требует более тщательного изучения. Нужны были иные методы исследования. В самом деле, ведь никто, по существу, не знал, что именно и как происходит в этом маленьком миллиметровом промежутке между контактами. Лазаренко решили проникнуть глазами в межконтактное пространство, сделать так, чтобы можно было непосредственно видеть все, что там происходит.

Была создана установка, снабженная необходимыми осветителями, объективами, призмами, фотокамерой, которая позволяла не только наблюдать сильно увеличенное изображение межконтактного промежутка на экране, но и фотографировать любой момент процесса.

Борьба за долговечность контактов стала привлекать внимание многих электротехников. Лазаренко удалось установить, что, изменяя электрическую емкость прибора или аппарата, можно, по желанию, вызвать между контактами вольтову дугу или поток искр. А от характера разрядов, возникающих между контактами, зависит срок их службы. Справа изображена схема одной из первых электроэрозионных установок. Один из двух электродов, погруженных в ванну, имеет форму стержня. Этот электрод углубляется в электрод-пластинку, в которой надо проделать отверстие.

Новый метод, как и следовало ожидать, привел к новым, интереснейшим открытиям.

ДУГА ГЛОЖЕТ КАТОД, А ИСКРА — АНОД

Итак, всякое замыкание или размыкание цепи электрического тока всегда сопровождается более или менее сильным разрядом. Давно было замечено, что при размыкании, например при выключении рубильника, вспышка разряда бывает сильнее, ярче — это вольтова дуга; а при замыкании получается едва заметный быстрый разрядчик — искра.

Этой разнице никто не придавал особенного значения. Считалось, что искра и дуга — это одно и то же, что искра — это просто маленькая, быстро затухающая дуга.

Борьба с дугой, которая при больших токах бывает такой сильной, что может моментально расплавить и сжечь выключатели, велась уже давно и привела к успешному результату. Оказалось, что дуговой разряд можно уничтожить: для этого достаточно включить между проводами, подводящими ток к месту, где происходит размыкание, конденсатор определенной емкости.

Не будем подробно объяснять, почему так получается, — это явление довольно сложное. Скажем только, что всякая цепь тока, в которой происходит размыкание и разряд, представляет собой своеобразный «колебательный контур», то есть источник быстропеременных токов и электромагнитных колебаний. И от величины емкости этого контура при прочих равных условиях зависит характер разряда. Если мы введем конденсатор малой емкости, дуговой разряд будет сильным; включим «большой» конденсатор — дуга уменьшится, еще больший — конденсатор совсем уничтожит дугу.

Однако теперь при замыкании электродов нашей цепи появится искра. И чем больше мы будем увеличивать емкость (конденсатор) нашего контура, тем сильнее, ярче будет искра, проскакивающая между смыкающимися электродами. Но все-таки это будет искра, а не дуга.

Чем же по существу отличается искра от дуги?

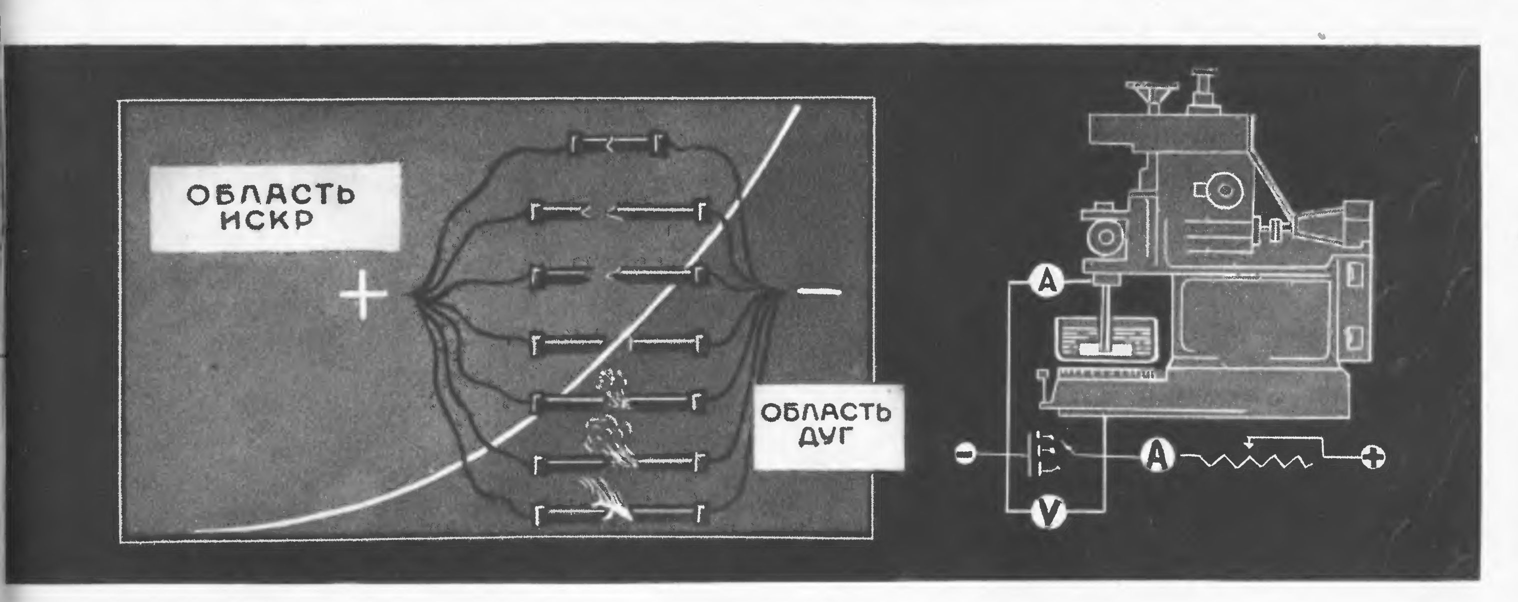
Чтобы ответить на этот вопрос, ученые включили в экспериментальную установку с работающими контактами такой конденсатор, емкость которого можно было плавно менять, поворачивая его ручку, и стали наблюдать в свой оптический аппарат, что происходит при этом между контактами во время их работы.

При самой меньшей емкости конденсатора между контактами возникла сильная дуга. При этом было ясно видно, как поверхность контакта, служащего катодом (то есть соединенного с отрицательным полюсом источника тока), быстро покрывалась мелкими выбоинами и как бы изъедалась дуговым разрядом. В то же время на поверхность другого контакта — анода (положительного электрода) — с силой устремился поток мелких и тяжелых капель металла. Так начался перенос материала с катода на анод. Уже через 30 секунд работы контактов, которые быстро соединялись и размыкались, вибрируя со скоростью 25 раз в секунду, началось явное разрушение катода. А через 2 минуты на аноде появился бугор из нагромоздившихся частиц металла.

Увеличение емкости конденсатора изменило картину. Дуга стала слабеть, скорость перехода металла с катода на анод уменьшилась. И, наконец, наступил момент, когда дуга исчезла, а рост бугра на анодном контакте прекратился.

Контакты перестали «портиться»!

Вот, значит, в чем заключалась Ахиллесова пята эрозии —



в определенной электрической настройке колебательного контура, в электрической емкости установки.

Но что будет, если еще увеличить емкость контура? Б. Р. Лазаренко продолжал наблюдать, медленно вращая ручку конденсатора в прежнем направлении.

Разряд вдруг резко изменил свой характер. Вместо слабой, тихой дуги появились частые искры; и началось обратное переселение металла. С анода вдруг сорвалась вершинка образовавшегося на нем бугра и с силой врезалась в изъеденную поверхность катода. Следующая искра перебросила новую порцию металла. Теперь поверхность катода была похожа на неровную, ободранную стенку, на которую чья-то невидимая рука с силой бросала одну за другой крупные горсти жидкой глины. Теперь при искровом разряде обратный переход металла — с анода на катод — пошел гораздо быстрее. Через 30 секунд анод явно начал разрушаться, и уже на катоде возник бугор. А через 5 минут переброшенного металла оказалось так много, что он заполнил весь промежуток между контактами, которые поэтому замкнулись и прекратили вибрацию.

Так было открыто явление инверсии (от латинского слова «inversio» — обращение, обратное превращение) дугового разряда в искровой и разрушения катода — в разрушение анода.

Дальнейшие исследования всех этих явлений привели к важным в теоретическом и практическом отношении выводам.

Дуга и искра далеко не одно и то же. Искра — это совсем не «маленькая дуга», а совершенно иной вид электрического разряда.

Выяснилось, что борьба с эрозией путем подбора и поисков «антиэрозийных», «эрозиоустойчивых» металлов и сплавов была безнадежна. Таких металлов нет и быть не может, потому что эрозия — это неотъемлемое свойство электрической природы всякого материала, проводящего ток. И, только управляя электрическим процессом, можно от нее избавиться.

Теперь, докопавшись до истины, Лазаренко и их сотрудники с улыбкой вспоминали «загадочный» случай со сплавом из серебра, меди и никеля, который был «эрозиоустойчивым» в лаборатории, на специальной экспериментальной установке, и в приборе, для которого были сделаны контакты из этого сплава, он оказался никуда негодным. Ясно: у экспериментальной установки ее естественная настройка, зависящая от длины проводников, их расположения, их сопротивления и других обстоятельств, оказалась одна, а у прибора другая. Сплав подбирали к первой, а уж ко второй он не подошел.

Теперь приборы регулируются так, что их быстро действующие контакты работают «на границе инверсии» и не страдают от эрозии. Очевидно, недалеко время, когда тревожный вопрос об эрозии контактов будет снят с повестки дня.

ТАЙНА МУТИ

Работа ученых Лазаренко вскрыла самое существо электроэрозии и привела к победе над этим вредным и, казалось, неустранимым бичом всех контактных устройств.

Кроме того, работа супругов Лазаренко лишний раз показывает правильность одного из основных, характерных для нашей науки требований — наличия конкретной практической цели во всякой научной работе. Только ясная, именно практическая цель приводит к таким положениям, к таким «взаимоотношениям» между ученым и исследуемым им явлением, когда становится возможным, и даже неизбежным, выявление нового. Остается только ухватить это новое, чтобы прийти к открытию, которое, таким образом, часто кажется «простой случайностью».

Вот одна из таких «случайностей».

Еще в начале своих исследований, подыскивая жидкую среду, которая предохранила бы работающие контакты от эрозии, экспериментаторы обратили внимание на то, что все жидкости, окружающие контакты, после нескольких минут их работы начали заметно мутнеть. И чем дольше работали контакты, тем гуще становилась муть. Она мешала наблюдать за эрозией, за формой разряда; поэтому жидкость приходилось довольно часто сменять.

Пока испытывались различные масла, явление объяснялось просто: разряды обжигали частицы масла, продукты сгорания и «осмоления» создавали муть.

Но вот масла сменились спиртами, альдегидами, кетонами — соединениями, трудно осмоляющимися. Однако все эти жидкости мутнели так же, как и масла. Когда, наконец, дестиллированная вода после длительной работы в ней железных контактов наполнилась темной, непроницаемой мутью, ее вылили в стаканчик и поднесли к его стенке сильный магнит. Догадка оказалась правильной. Муть потянулась к магниту, вода стала на глазах светлеть.

Это были частицы распыленного в воде железа, те самые частицы, которые переносились разрядом с одного контакта на другой, но были выброшены взрывом разряда в воду.

Тайна мути была раскрыта. Но ученый не остановился на этом. Какое-то неугомонное свойство, отличающее новатора и искателя, заставило его взять капельку мути на стекло и сунуть его под микроскоп.

То, что он там увидел, могло бы привести в восторг всякого «металлопорошковеда».

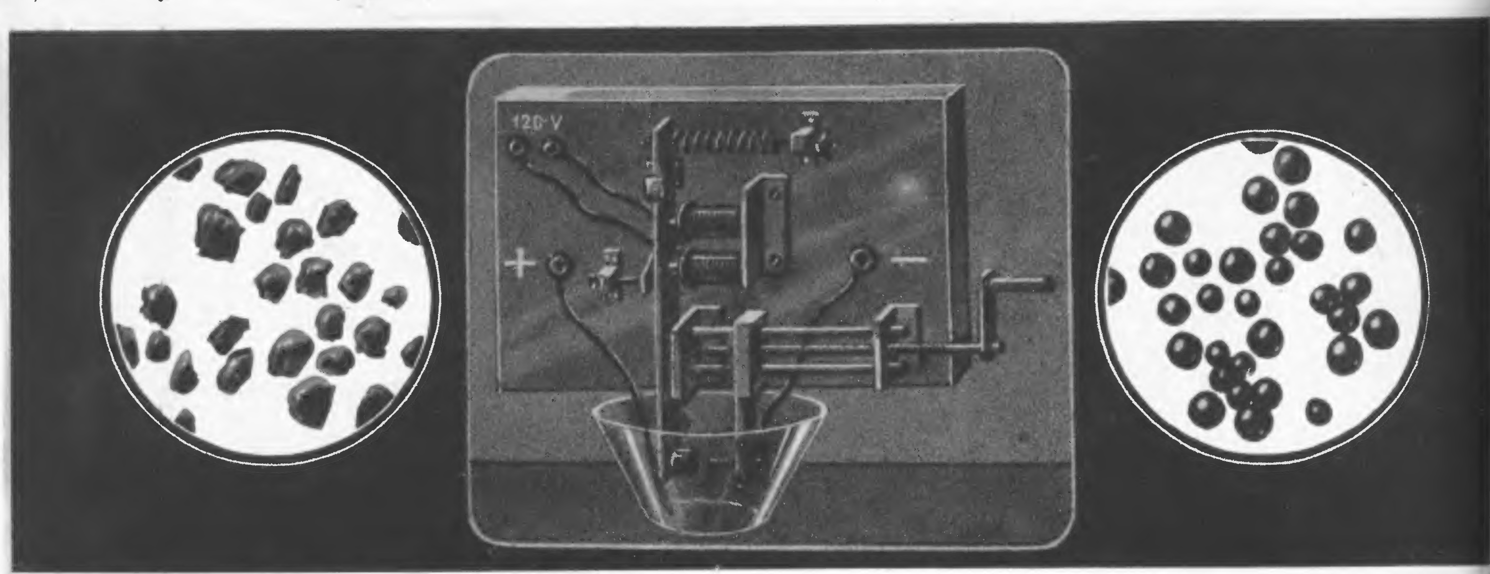
Перед ним была мельчайшая железная пыль, но она состояла из чистых, блестящих, сравнительно одинаковых по диаметру шариков около микрона величиной. Это было то, в чем крайне нуждаются и чего никак не могут получить многие отрасли промышленности, пользующиеся металлическими порошками: металлокерамика, химические производства, красочная и полиграфическая промышленность, металлотермия, пиротехника, производство взрывчатых веществ и др. Для всех этих производств важно, чтобы металлический порошок был чист, однороден по размеру и форме частиц.

Все это нужно было знать или, по крайней мере, узнать, чтобы правильно оценить то, что исследователи увидели в микроскоп. Во всяком случае, он поступил так, как должен был поступить: немедленно поставил в своей лаборатории специальное исследование.

Новый способ, не имеющий ничего общего с существующими, оказался универсальным: он давал возможность получить порошки любых металлов и сплавов независимо от их мягкости или твердости, причем размер зерен — от десятых микрона до нескольких десятков микрон — можно было в известной степени регулировать, управляя электрической схемой установки.

Вскоре была сконструирована и построена установка для электроэрозионного производства порошков. Электроды из материала, подлежащего распылению, опущены в жидкость,

Заметив, что в ваннах, в которые погружаются электроды, появляется муть, ученые стали исследовать муть под микроскопом. При этом обнаружилось, что муть состоит из микроскопических шариков металла, отделяющихся от электродов во время процесса электроэрозии. Эти металлические капли оказались прекрасным сырьем для порошковой металлургии. Существовавшие до этого времени способы распыления металла не давали возможности получить однородный по форме и размерам металлический порошок.



где они, приводимые в движение механическим приводом, быстро замыкают и размыкают цепь постоянного тока. Жидкость, понемногу наполняющаяся распыленным материалом электродов, вытекает снизу, проходит ряд отстойников, и, уже осветленная, снова поступает в сосуд с электродами.

Эта установка давала около 700 граммов тончайшего стального порошка в сутки с одной пары электродов — контактов. Число таких пар может быть значительно увеличено.

Шарообразная форма зерен, абсолютная чистота порошка, возможность получения готовых смесей (если электроды взяты из разных металлов) и ряд других преимуществ ставят электрозионный метод на первое место среди современных способов получения металлических порошков.

Практическое испытание показало, что, благодаря правильной шарообразной форме частичек, эти порошки очень хорошо прессуются, а изготовленные из них изделия при обжиге дают ничтожную усадку, что особенно важно для металлокерамики.

А вот другое, тоже как бы «случайное» открытие ученых.

Стремясь ускорить процесс измельчения металла, они попробовали увеличить плотность тока, проходящего через электроды. Для этого один из электродов был взят гораздо меньшей площади, чем другой. Меньший электрод, имевший в сечении форму прямоугольника, работал в качестве катода, а больший по площади, круглый в сечении, был анодом.

Когда после некоторого времени работы установки оба электрода были извлечены из жидкости, оказалось, что меньший из них глубоко врезался в толщу большего и уже почти прошел его насквозь. Но самым удивительным было то, что, во-первых, получившееся отверстие совершенно точно сохранило форму сечения электрода-катода со всеми его углами, а, во-вторых, сам электрод-катод при этой операции почти не пострадал. У него лишь слегка округлились и «сработались» передние грани.

Одного взгляда на эту пару металлических деталей было достаточно, чтобы сразу увидеть поистине головокружительные перспективы. Это означало, что электроэрозию можно использовать для обработки металлов без применения каких бы то ни было режущих инструментов, причем для обработки любых металлов и сплавов, как бы тверды они ни были!

Лазаренко тотчас начали проверять все положения об эрозии, уже выведенные ими раньше, но теперь с новой точки зрения. Новые серии опытов, новые расчеты — и вот уже готов довольно примитивный станочек: между двумя небольшими стойками укреплен вертикально висящий электромагнит, который заставляет вибрировать расположенный снизу якорь с зажимом. В зажим вставляется свободным концом вниз небольшой металлический стерженек, играющий роль инструмента. Если запустить электромагнит, этот стерженек начинает как бы долбить своим концом. А внизу ванночка, в которой можно укрепить пластинку — «обрабатываемое изделие». В ванночку наливается масло, стерженек опускается до соприкосновения с пластинкой, электромагнит приводится в движение. Стерженек начинает танцовать на пластинке. Он, конечно, не «долбит» ее, он туп и мягок, он только слегка касается ее и отскакивает.

Теперь подводится ток: один полюс к стерженьку, другой к пластинке. И тогда в месте их контакта возникает искра разряда, — начинается эрозия. И если все налажено правильно, конец стерженька постепенно уходит все глубже в толщу пластинки. Эрозия выгрызает металл пластинки, взрывает, распыляет его и выбрасывает в масло.

Наконец, стерженек проходит насквозь. Отверстие готово. Оно точно соответствует форме поперечного сечения стерженька.

Примитивный станочек, на котором проверялись эти первые шаги нового метода металлообработки, уже конструктивно устарел. Он теперь фигурирует в лаборатории Б. Р. и Н. И. Лазаренко как родоначальник других, более совершенных конструкций. Но принципиальная схема его легла в основу новых образцов и, вероятно, не скоро еще устареет. Этот станочек позволил вывести и проверить основные положения электроэрозионной обработки металлов.

Одним из таких положений, и, пожалуй, решающим для практического применения нового метода, была скорость, точнее производительность, процесса эрозии. В конце концов судьба метода зависела от того, сколько металла выбрасывает разряд контура в единицу времени.

Рассматривая разряд с этой точки зрения, ученые окончательно забраковали дугу. Тихий искровый разряд оказался гораздо более производительным. Кроме того, он не сопровождается такой высокой температурой, какая развивается дугой, и, следовательно, не меняет структуру обрабатываемого изделия, не обжигает его, не окисляет.

Но производительность зависит не только от самого разряда, но и от того, сколько разрядов происходит в секунду, — иначе говоря, как часто соединяются и размыкаются электроды. Несмотря на то, что для получения искрового разряда нужен всего полумиллиметровый ход электрода-инструмента до соприкосновения его с поверхностью электрода-изделия, все же ни магнитный, ни механический приводы, сообщавшие это вибрирующее движение электроду-инструменту, не позволили довести скорости до нужной величины — начинала появляться резонансная вибрация всего станка, нарушавшая точность работы. Тут механика, выполнявшая вспомогательную роль в общем процессе, обнаружила всю свою инертность и медлительность, столь чуждые мгновенным и подвижным электрическим явлениям.

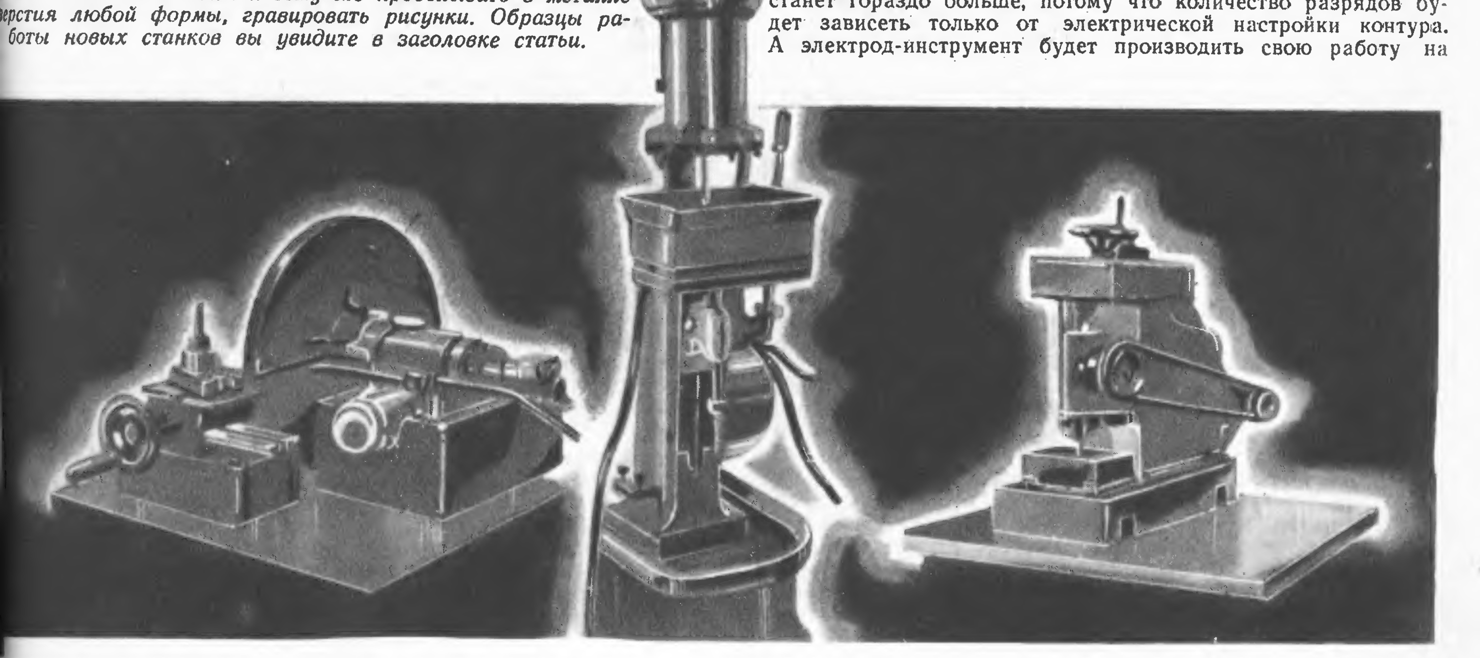
Но так ли уж необходима была эта вибрация, это механическое сближение электродов? Нельзя ли отказать механике и в этой скромной роли?

Пришлось снова обратиться к изучению разряда «с пристрастием». И тут оказалось, что для появления искрового разряда совсем не обязательно, чтобы электроды сходились до соприкосновения, что искра вообще возникает не тогда, когда электроды уже касаются один другого, а перед этим, еще в процессе их сближения. Тут наступает момент, когда разряд пробивает межэлектродное пространство в наиболее сблизившихся точках и выбрасывает металл, вырванный с поверхности анода. Но вызвать разряд между неподвижными электродами можно иначе: например, увеличив напряжение тока в контуре.

Значит, долой механику! Она здесь не нужна!

Станок будет еще проще, легче. Производительность его станет гораздо больше, потому что количество разрядов будет зависеть только от электрической настройки контура. А электрод-инструмент будет производить свою работу на

таллообработка с древнейших времен являлась одной из самых удоемких и сложных отраслей техники. Конструкторами были даны многочисленные громоздкие, поглощающие очень много ргии металлообрабатывающие станки. Но большинство из них ело просверливать в металлических изделиях только круглые ерстия. На смену этим станкам приходят новые, легкие нки, действие которых основано на явлении электроэро. Эти станки способны к тому же проделывать в металле ерстия любой формы, гравировать рисунки. Образцы работы новых станков вы увидите в заголовке статьи.



расстоянии, не прикасаясь к изделию, а только приблизившись к нему настолько, чтобы наступил разряд.

Новый станок бесконтактного действия был создан и показал прекрасные качества. Частота разрядов, которую он дает, достигает сотен в секунду и может быть еще увеличена.

Вот как была решена проблема применения электроэрозии для производства так называемых «долбежных» и «сверлильных» работ в любом металле или сплаве без всякого режущего инструмента.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДОЛБИТ, ГРАВИРУЕТ, РЕЖЕТ, ШЛИФУЕТ, ТОЧИТ, ПРИТИРАЕТ...

Но это не все. Кроме «долбежных» электроэрозионных станков, на которых, кстати сказать, с успехом выполняются любые гравировальные работы, уже изготавливается станок для резки металла. Вращающийся диск около 1 миллиметра толщиной работает в качестве электрода-инструмента. Разрезаемая деталь подводится к краю диска до возникновения разряда. В это место подается вода. Совсем, оказывается, необязательно, чтобы вся деталь погружалась в жидкость, — довольно небольшой струи, подаваемой из трубки в место «реза». Распыленный металл вымывается струей воды, диск углубляется в металл, режет его.

Таким же дисковым способом легко осуществляется шлифовка. Вращающийся диск движется над поверхностью детали, не прикасаясь к ней, и снимает с нее некоторый слой металла. При этом получается очень характерная поверхность. Каждый разряд вырывает определенную, всегда одинаковую порцию металла. След, остающийся от этого на обрабатываемой поверхности, представляет собой круглую лунку с совершенно определенными диаметром и глубиной. Меняя режим разряда (в конечном счете выражающийся в силе тока разрядного контура), можно регулировать в довольно значительных пределах глубину и диаметр этих лунок, а следовательно, и характер получаемой поверхности — от грубой, глубоко испещренной до гладкой. При этом, конечно, соответственно меняется и скорость обработки.

Таким же путем можно и затачивать резцы, устанавливая их под определенным углом к торцу диска.

Недавно резцы, заточенные электроэрозионным способом, были испытаны на одном из заводов и оказались значительно более прочными, выносливыми, чем обычные, заточенные на абразивном круге. Исследование показало, что причина этой стойкости заключается в почти полном отсутствии на рабочей поверхности этих резцов мельчайших трещин, которые всегда появляются при заточке резца на абразиве и которые намного уменьшают прочность резца.

Интересная трансформация процесса шлифовки или заточки получается, если изменить полярность электродов, то есть переключить провода, подводящие ток к диску и изделию. Диск тогда станет анодом, а изделие — катодом, и металл будет вырываться уже не с поверхности изделия, а из диска. Если теперь прекратить подачу жидкости к месту разряда и заставить диск равномерно двигаться над поверхностью изделия, то распыленный искрой материал диска устремляется на эту поверхность и будет покрывать ее ровным слоем.

Кроме такого дискового аппарата, в лаборатории Лазаренко уже испытано еще два типа аппаратов для нанесения металлических покрытий: вибрационный и щеточный. В разных случаях каждый из них обладает своеобразными преимуществами.

Изучение этого вида работы показало, что электроэрозионным способом можно покрывать токопроводящие материалы не только всеми металлами, в том числе и такими, как молибден, вольфрам и тантал, но и сплавами, и композициями (смесями), например победитом. Никакими из существующих способов нанесения покрытий этого достигнуть невозможно. К тому же оказалось, что сцепление нанесенного слоя с основанием получается при этом исключительно прочным.

В технике нередки случаи, когда две рабочие поверхности должны быть тщательно притерты одна к другой: этим обеспечивается их минимальный износ при трении. Идеальных, математически ровных поверхностей не существует, и цель притирки заключается в том, чтобы возможно увеличить количество соприкасающихся точек двух поверхностей. Обычно это достигается притиркой с применением абразивных порошков.

Электроэрозия легко решает и эту задачу. Если к двум «притираемым» деталям приключить концы колебательного контура и подать в контур не постоянный, а переменный ток, то искры разрядов будут в первую очередь разрушать наиболее выступающие контактные точки и с одной и с другой стороны и обращать их в тончайший порошок, который и будет выноситься из зоны притирки. Таким образом, количество точек соприкосновения будет прогрессивно увеличиваться, «притираемые» поверхности все теснее прилегать одна к другой.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Вот к каким результатам привела борьба с «вредным явлением» — электроэрозией. Для науки признак вредности может служить косвенным показателем возможности открытия: найди причины вредности, изучи ее механизм, раскрой ее природу — и почти наверняка здесь откроешь новое знание, нужное и ценное. И тогда вредное оборачивается полезным, становится двигателем прогресса.

На первых этапах своей работы ученые пришли к такому заключению: «Нет и не может быть таких металлов и сплавов, которые не были бы подвержены электроэрозии». Это звучало тогда почти так: «Борьба с эрозией контактов невозможна». Но ученые не остановились на этом, пошли дальше, вскрыли природу эрозии, овладели ею и пришли к такому заключению: «Нет и не может быть таких металлов и сплавов, которые бы не поддавались обработке электроэрозией». Почти та же формулировка, но какая разница в смысле! Какие перспективы раскрываются в ней теперь, когда мы узнали природу «вредного» явления и получили возможность им управлять!

Основное в открытии Б. Р. и Н. И. Лазаренко состоит в том, что металлообработка из процесса механического становится процессом электрическим. Электричество до сих пор, за редкими исключениями (электросварка, электроплавка, электрохимия и некоторые другие процессы), играло в металлообработке подсобную роль: оно приводило в движение станки, а те, посредством инструмента, обрабатывали металл. Теперь они меняются местами: электричество обрабатывает металл непосредственно, а механика играет подсобную роль. Инструмент как таковой выпадает вовсе. Он не нужен!

Механика со всей своей хитроумной сложностью, со всей подчас огромной массой движущегося, вращающегося металла тоже делается ненужной. Она остается только для выполнения простейших вспомогательных функций: зажимать, держать, подавать, вращать. При этом силовое хозяйство становится минимальным по своей мощности. То, что делал резец, требовало силы мотора, иногда огромной. Теперь нужен только моторчик, который будет вращать легкий диск, даже не касающийся «разрезаемой» им детали, или подавать вперед электрод, перед которым миллионы искр услужливо расчищают путь в теле обрабатываемого материала.

А это значит, что механика электроэрозионной металлообработки будет легкой, простой, портативной. Тяжелые и хитроумные современные станки — разные «глиссоны», «шепинги», «ньютоны», «веллеры» — уступят место небольшим станочкам настольного типа.

Сложнейшее инструментальное производство со всеми его металлургическими и технологическими трудностями будет ликвидировано. Его место займет очень несложное производство электродов: различных стержней и дисков. Кстати, недавно был найден новый материал для этой цели, оказавшийся еще более эрозиоустойчивым, чем медь и латунь. Это медно-графитовая композиция, из которой делаются щетки для электромоторов. Изготовление электродов любых форм и профилей из этой композиции проще, чем из всякого металла.

Электроэнергия, тратившаяся главным образом на преодоление инерции и трения громадных масс металла, заключенных в станках, теперь почти целиком направится на полезную работу.

Трудно сказать, каковы размеры той экономии сил, средств, металла, энергии, которые повлечет за собой широкое внедрение нового метода в практику металлообрабатывающей промышленности.

Во всяком случае, экономия эта колоссальна, особенно если учесть значительное ускорение работы за счет выполнения таких операций, которые недоступны современным методам и инструментам.

Электроэрозионные станки, выполненные и работающие сейчас в лаборатории Б. Р. и Н. И. Лазаренко, — лишь первые шаги к конструктивному, производственному оформлению тех выводов, к которым пришел ученый в результате своей большой работы. Они еще несовершенны, хотя некоторые из них уже и теперь могут быть с успехом использованы на производстве.

Но эти первые практические шаги, как и все теоретические, экспериментально проверенные предпосылки, убедительно говорят о том, что уже в самом недалеком будущем произойдет решительный переворот в металлообрабатывающей промышленности. Она поднимется на новый, более совершенный этап развития и в то же время освободит для иных нужд много металла, топлива, электроэнергии и человеческой энергии — всего того, что тратилось на создание станков и инструментов, которые станут ненужными.



Акад. А. Е. ФЕРСМАН

„Провести широкие поисковые работы и выявить новые месторождения для строительства горнорудных предприятий и заводов по... новым редким металлам.

(Из Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.)

„Если бы не было ванадия, не было бы автомобиля", сказал Форд, начавший свою карьеру с удачного применения ванадиевой стали в осях машин.

«Если бы не было ванадия, не было бы некоторых групп животных», сказал проф. Я. В. Самойлов, известный московский минералог, когда в крови некоторых голотурий [1] было обнаружено много этого металла.

«Если бы не было ванадия, не было бы в земле нефти», думают некоторые геохимики, приписывая ванадию особое влияние на образование нефти.

Этот замечательный металл долго был неизвестен человеку, и много десятков лет шла борьба за его получение.

«В давние-давние времена на далеком севере жила прекрасная богиня Ванадис. Однажды кто-то постучался в ее дверь. Богиня подумала: пусть еще раз он постучится. Но стук прекратился, и кто-то отошел от дверей. Богиня заинтересовалась: кто же это был таким скромным и неуверенным посетителем? Она посмотрела в окно. Это был Велер, поспешно удалявшийся от ее дворца.

Через несколько дней вновь услышала она чей-то стук. На этот раз стук продолжался настойчиво, пока она не встала и не открыла дверь. Перед ней стоял молодой красавец Нильс Севстрем. Они были очарованы друг другом...

Своему сыну они дали имя Ванадий. Это и есть название того нового металла, который был открыт в 1831 году знаменитым шведским физиком и химиком Нильсом Севстремом».

Так начинается рассказ о ванадии и его открытии в письме знаменитого шведского химика Берцелиуса.

Но в своем рассказе он забывает, что во дворец богини Ванадис еще раньше стучался замечательный человек, знаменитый Андрес Мануэль дель-Рио, горячий поборник свободы Мексики и борец за ее будущее, прекрасный химик, минералог и горный инженер.

Еще в 1801 году дель-Рио, изучая бурые свинцовые руды Мексики, открыл в них как будто бы новый металл. Так как его соединения были окрашены в самые разнообразные цвета, он назвал его панхромом, или, иначе, всецветным, а позднее заменил его названием «эритроний», то есть красный, так как красный цвет отвечал его свободолюбивой натуре борца за счастье народа.

Но доказать свое открытие дель-Рио не мог. Химики, которым он посылал образцы бурой свинцовой руды, признавали новый элемент за хром. Такую же ошибку совершил и известный немецкий химик Велер, который так неуверенно и неудачно стучался к богине Ванадис.

[1] Голотурии, или морские кубышки, — животные типа иглокожих. В Китае голотурия под именем трепанга употребляется в пищу.

После долгих сомнений и неудачных попыток доказать самостоятельность этого металла решение принес молодой шведский химик Севстрем. В это время шло строительство железных домен в разных частях Швеции. При этом выяснилось, что руды одних рудников давали хрупкое железо, а других, наоборот, высокие сорта гибкого и вязкого металла. Проверяя химический состав этих руд, Севстрем под руководством Берцелиуса доказал, что имеет дело с особым, новым химическим элементом и что этот же элемент содержится в бурой свинцовой руде из Мексики, с которой работал дель-Рио.

Что оставалось делать Велеру после этого несомненного успеха молодого шведа? В письме к своему другу он писал: «Я был настоящим ослом, что проглядел новый элемент в бурой свинцовой руде, и прав был Берцелиус, когда он не без иронии смеялся над тем, как неудачно и слабо, без упорства я стучался в дом богини Ванадис».

Сейчас ванадий сделался одним из самых замечательных металлов обороны и мирного труда. Но как долго не давался он в руки человека! Было время, когда килограмм ванадия стоил 50 тысяч рублей золотом, а сейчас он стоит 10 рублей. Еще в 1907 году ванадия добывали только 3 тонны, так как он никому не был нужен, а сейчас добыча его превосходит 4 тысячи тонн. Все государства скрывают сейчас величину своей добычи и размеры своих месторождений.

Ванадий — важнейший металл автомобиля, брони, бронебойного снаряда, пробивающего пластины лучшей стали в 40 сантиметров толщины; ванадий — металл стального самолета, тонких химических производств, получения серной кислоты, прекрасных красок.

Вот в чем разгадка главного употребления. Он сказочно влияет на сталь, делает ее более упругой, менее хрупкой, предохраняет от перекристаллизации под влиянием ударов и толчков, а ведь именно это и нужно для автомобильных осей или моторных валов.

Не менее замечательны соли этого металла: зеленые, красные, желтые, золотистые, как бронза, или черные, как сажа, — целая палитра замечательных красок для фарфора, фотографической бумаги, особых чернил. Ванадий применяется для лечения больных. Но не будем перечислять всех замечательных применений этого металла, лишь еще об одном мы должны упомянуть. Он помогает получению серной кислоты, этого главного нерва химической промышленности. При этом он ведет себя очень хитро: он только помогает химической реакции, как говорят химики, катализирует ее, но сам не расходуется.

Правда, некоторые вещества «отравляют» его и портят, но и на это есть свои лекарства. Металлический ванадий или его соли своим присутствием оказывают свое как будто бы таинственное действие на образование самых сложных органических соединений, которые никак не получаются без него.

Но если это такой чудодейственный металл, почему же так мало знаем мы о ванадии? Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны запросить ответ у наших геологов и геохимиков. Вот что они рассказывают о поведении этого замечательного металла в земной коре.

Металла ванадия в нашей земле совсем не так мало. В доступной корочке земной коры наши геохимики насчитывают его в среднем до 0,02%, и это совсем не так мало, если мы вспомним, что свинца содержится в той же земной коре в 15 раз меньше, серебра — в 2 000 раз меньше. Ванадия в земле ровно столько же, как цинка и никеля, а ведь последние два металла нами добываются в сотнях тысяч тонн.

Но не только в земле и в доступной нам земной коре содержится ванадий. Об этом нам говорят падающие на землю метеориты. В их металлическом железе содержание ванадия раза в два-три больше, чем в земной коре.

В частицах Солнца наши астрономы видят яркие, сверкающие линии его атомов, но геохимики как раз этим и огорчаются. Всюду есть много ванадия, всюду в мироздании распространен этот металл, но мало таких мест, где бы он накапливался, где легко можно было бы добывать его для промышленности.

Действительно, он распространен почти во всех железных рудах, и там, где его содержание доходит до десятых долей процента, промышленность начинает его добывать. Когда химики открывают содержание его в 1%, тогда газеты пишут об открытии богатых месторождений ванадиевой руды.

Очевидно, что какие-то внутренние химические силы все время стремятся рассеять атомы этого металла. Задачей нашей науки является выяснить, что же их собирает, что накапливает эти рассеянные атомы, что может сломать их страсть к странствованию, рассеиванию и миграции. Такие силы в природе существуют, и мы из месторождений этого металла вычитываем сейчас замечательные страницы о тех процессах, которые заставляют накапливаться атомы ванадия.

Ванадий прежде всего металл пустынь: он боится воды, которая так легко растворяет его и разносит по земной поверхности его атомы; он боится кислых почв наших средних и северных широт; он находит себе успокоение лишь в экваториальных широтах, где много в воздухе кислорода, где разрушаются жилы сернистых руд, в горячих южных песках.

На своей родине, в залитой солнцем Мексике, среди агав и кактусов, он создает желто-бурые «железные шляпы» — бурые холмы, как шлемы воинов, покрывающие выходы сернистых

В. БОЛХОВИТИНОВ

ЛЕНИНГРАДУ МОСКВЕ СТАЛИНГРАДУ

Подарок ученого

Электротехническая лаборатория МВТУ, руководимая академиком Василием Петровичем Никитиным, преподнесла молодым строителям и восстановителям городов-героев — Ленинграда, Москвы и Сталинграда — чертежи и три экземпляра нового электросварочного аппарата «Комсомолец».

В своем письме (публикуемом нами на второй полосе обложки) академик В. П. Никитин призвал ученых и инженеров помочь молодым восстановителям повысить производительность труда. Аппарат «Комсомолец» послужит этому важнейшему делу. Жаркая вольтова дуга будет прочно сваривать трубы водопровода, чинить поломанные решетки, накладывать швы на пробитые котлы...

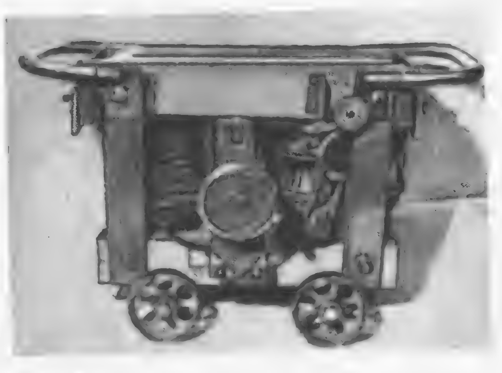
Ученые и изобретатели нашей родины — колыбели не только электросварки, но и самой вольтовой дуги, — неустанно совершенствуют эту замечательную область техники.

Всем известное изобретение лауреата Сталинской премии проф. К. К. Хренова — подводная электросварка, автоматическая сварка академика Е. О. Патона, сварка токами высокой частоты, предложенная членом-корреспондентом Академии наук СССР В. П. Вологдиным, составляют честь и славу советской техники.

В нашей стране впервые в мире получила широкое распространение и сварка с помощью переменного тока. Для развития этой области электросварки немало сделал академик Василий Петрович Никитин — автор аппарата «Комсомолец».

Новый сварочный аппарат «Комсомолец» типа «СА-АНО», что означает — сварочный аппарат Академии наук с осциллятором, — высокое произведение советской техники. Он может выполнять разнообразную работу. С одинаковым успехом он сваривает тонкие металлические листы и металл толщиной в палец. Кстати сказать, тонкие листы сваривали до сих пор только при помощи автогенной сварки — вольтову дугу приспособить для такой тонкой работы не умели. Устойчивую дугу с силой тока, настолько малой, чтобы дуга не прожигала лист насквозь, получать не могли.

При монтажных работах аппарат «Комсомолец» незаменим. Он небольшого размера и легок. Передвигать его может один человек, а два человека — переносить. Аппарат может работать всюду, где есть осветительная сеть переменного тока в 120 или 220 вольт. Ему не нужна специальная мощная силовая сеть.



Сварочный аппарат «Комсомолец» со снятым кожухом.

Работать с помощью аппарата «Комсомолец» легко. Дуга горит настолько устойчиво, что даже неопытный сварщик свободно поддерживает горение дуги.

Изобретатели проделали опыт. Электросварку с помощью нового аппарата поручили нескольким электромонтерам и слесарям, которые никогда раньше ею не занимались. Электросварке обычно учатся немало времени. Но тут через несколько часов люди, никогда не державшие в руках электросварочных щипцов, работали, как заправские сварщики.

Чтобы лучше оценить достоинства нового аппарата, познакомимся поближе с тем, как осуществляется электросварка.

Процесс электросварки — совсем не так прост, как он кажется по беглому описанию: горит дуга, плавится основной металл, и плавится электрод, капли жидкого металла стекают с электрода и образуют наплавляемый шов.

В таком описании все гладко, но не все точно.

С чего начинается электросварка? Сварщик касается электродом металла. Это короткое замыкание, которого так боятся монтеры. При коротком замыкании возникает огромный ток, который может сжечь обмотки динамомашины, употребляемой для обычной электро

Конец статьи академика А. Е. Ферсмана «Ванадий»

руд. Такие «железные шляпы» мы знаем и в солнечном Казахстане, там, где хребты Каратау подходят к мощным снегам Тянь-Шаня. Знаем их в южном Тюя-Муюне, где яркие краски ванадиевых солей сверкают на выжженных солнцем склонах хребтов.

Мы видим эти же соединения в древней пустыне Колорадо вместе с ураном и радием, встречаем их в древнепермской пустыне Приуралья, окаймленной с запада расширяющимся хребтом великих Уралид. Под горячим солнцем, в песках, из рассеянных атомов ванадия рождаются его месторождения для промышленной жизни.

И все-таки эти запасы его очень малы. Его атомы стремятся выскользнуть из рук человека. Но есть еще могучие силы, которые их удерживают и не дают снова распыляться, — это живая клетка живого вещества.

В блестящих страницах прошлой истории рисовал нам проф. Л. В. Самойлов те древние миры, когда кровь организма строилась в кровяных шариках не из железа, а из ванадия и меди. Наш крупнейший биохимик проф. А. П. Виноградов рисует перед нами замечательную картину распространения этого элемента в живых организмах.

Ванадий собирается в теле некоторых морских животных, особенно морских ежей, асцидий и голотурий, которые покрывают своими скоплениями тысячи квадратных метров в заливах и по берегам морей.

Откуда вылавливают они атомы ванадия, сказать трудно, так как в самой воде не удалось обнаружить этот металл. Очевидно, эти животные обладают каким-то особенным химическим даром извлекать ванадий из частичек пищи, илов, остатков водорослей и т. д.

Ни один химический реактив не работает так четко и чисто, как живой организм, который умеет из миллионных долей граммов накопить в своем теле, а позднее и в остатках, после смерти, такие грандиозные количества, что человек может добывать из них металлы для своей промышленности.

Но как ни велики силы жизни, все же мало настоящих месторождений этого металла, ничтожен процент его содержания, затруднена его добыча из черных асфальтов, битумов и нефти.

Много еще научной работы должно быть проделано нашими учеными, чтобы раскрыть загадку его извлечения и суметь связать его историю в настоящий рассказ, в котором отдельные звенья сольются в общую цепь жизни ванадия в земле.

Тогда мы будем знать не только прошлые судьбы этого металла, но мы будем знать, где его искать, как его искать, — и глубокие теоретические выводы превратятся в крупнейшие промышленные победы.

сварки — на постоянном токе. Так бы и получилось, если бы не были приняты надлежащие меры.

Динамомашина для сварки устроена так, что как только сила тока начинает расти, уменьшается напряжение, создаваемое машиной. Вследствие этого ток не может возрасти до опасной величины. Вот первая тонкость: источник тока должен обладать, как говорят электрики, падающей характеристикой — с повышением силы тока напряжение должно падать. Падающая характеристика иногда осуществляется с помощью балластного сопротивления, включаемого в цепь динамомашины. Когда через него пойдет сильный ток, то в нем потеряется значительная часть напряжения, даваемого машиной. На долю же дуги остается малая часть.

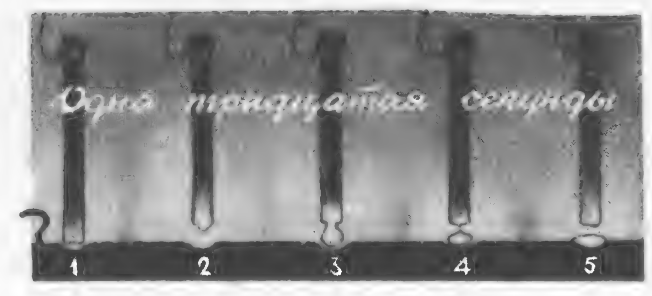
Под действием тока, возникшего при касании электрода, мгновенно плавится кончик электрода, а на поверхности детали возникает лунка. Чтобы все это произошло, нагрев в момент касания, а следовательно и ток, а следовательно и напряжение, должны быть достаточно большими. Отсюда ясно, что нельзя, желая избавиться от балластного сопротивления, сразу же спроектировать динамомашину на малое напряжение. Для зажигания дуги начальное напряжение должно быть высоким. Вот как много пришлось сказать только о первой, очень простой фазе электросварки, которая длится одно мгновение, — сварщик касается электродом детали и тотчас же его отводит.

Электрод отведен. Между ним и металлом образовался промежуток. Но воздух в этом промежутке уже не обычный, он легко проводит электричество. Он сильно нагрет, а вследствие этого ионизован. Ионизацию усиливают еще тем, что в обмазку электродов включают соли кальция и других щелочных металлов, — они легко отдают на свободу свои электроны.

Ток устремляется через зазор. Возникает дуга. Сила тока сразу уменьшается, напряжение же возрастает. Но горит дуга недолго — всего-навсего $^{1}/_{30}$ секунды. С электрода сползает капля расплавленного металла и касается детали. Снова короткое замыкание. Опять скачок силы тока и падение напряжения. Шейка капли суживается и, наконец, обрывается. Снова образуется зазор. Снова должна возникнуть дуга. Но теперь ей уже трудней загореться. В начальный момент, при отведении электрода, зазор увеличивается постепенно; сейчас же току сразу надо пробиться сквозь большой промежуток. Теперь ясно, почему неточны слова: горит дуга. На самом деле дуга то вспыхивает, то гаснет. 30 вспышек и 30 коротких замыканий в секунду — вот что такое электросварка.

Процесс сварки на переменном токе еще сложнее. Напряжение переменного тока непрерывно меняется и по направлению и по величине. Когда напряжение еще не достигло величины, потребной для возникновения дуги, в работе наступает пропуск. Дуга не горит. Это досадное обстоятельство. Чтобы сделать пропуски в работе дуги меньшими, надо повысить напряжение источника тока, надо увеличить частоту тока и добиться лучшей ионизации промежутка.

Однако сварка на переменном токе обладает и огромными преимуществами перед сваркой на постоянном токе. Для последней необходимы сложные, громоздкие и дорогостоящие агрегаты, состоящие из мотора и вращаемой им сварочной динамомашины постоянного тока. Для сварки же на переменном



Тридцать раз в секунду загорается и гаснет вольтова дуга электросварки.

токе нужны просто устроенные понижающие трансформаторы, способные давать большую силу тока.

Трансформаторы изготовить значительно легче и дешевле, чем агрегаты для сварки на постоянном токе. Массовое применение электросварки в нашей стране в годы реконструкции и сталинских пятилеток стало возможным именно благодаря широкому внедрению сварочных трансформаторов. В Америке сварка на переменном токе получила распространение только недавно.

Сварочный трансформатор должен иметь падающую характеристику, так же как и сварочная динамомашина. Для этого во вторичную цепь трансформатора включают катушку из многих витков проволоки — реактивную катушку, представляющую большое балластное сопротивление для переменного тока. Она понижает напряжение на дуге при возникновении токов короткого замыкания.

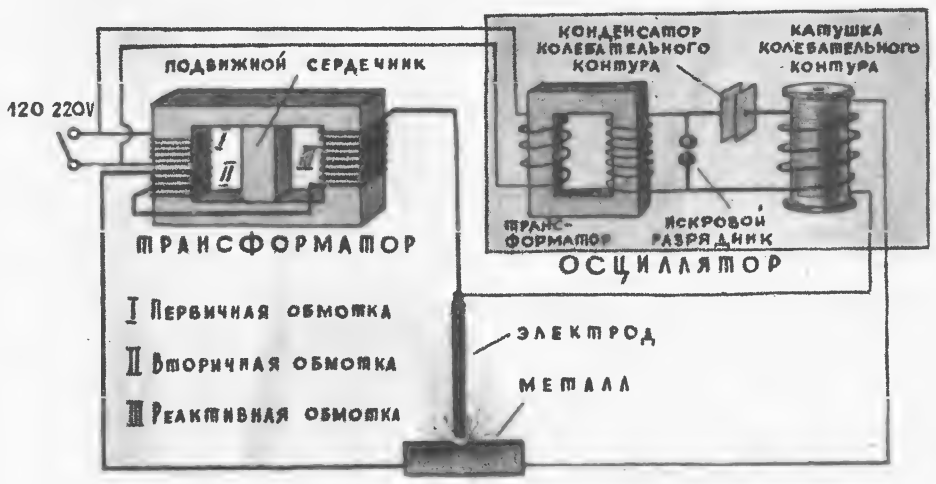


Схема сварочного аппарата «Комсомолец».

Раньше реактивная катушка и трансформатор представляли собой отдельные, разрозненные части сварочной установки. Но в 1925 году положение изменилось. В. П. Никитин изобрел тогда новый, оригинальный сварочный трансформатор. В аппарате Никитина рабочие обмотки трансформатора и реактивная катушка монтируются на одном и том же сердечнике. Мало того, реактивная катушка при этом выполняет двойную обязанность. В момент зажигания она работает как дополнительная обмотка трансформатора, повышающая напряжение. Когда же начинает итти сильный ток, то она работает как обычная реактивная катушка и поглощает излишек напряжения. Однокорпусное соединение реактивной катушки с трансформатором позволило значительно упростить конструкцию сварочных аппаратов, облегчить их и уменьшить их размеры.

В трансформаторе сварочного аппарата «Комсомолец» применена именно такая конструкция. Реактивная обмотка и две активные, первичная и вторичная, расположены на двух крайних стержнях сердечника. Средний стержень сделан подвижным и обмотки не имеет. У реактивной катушки имеются три отвода, выведенных на панель управления. С помощью замыкающей пластинки можно включать в цепь то или иное число витков реактивной обмотки. Комбинируя число включаемых витков, можно установить три ступени работы трансформатора.

Первая ступень применяется при тонкой работе на малых токах от 20 до 70 ампер. Следующая ступень дает возможность работать при токе в 40—100 ампер. Эта ступень применяется тогда, когда горение дуги затруднено, например, при углеродистых электродах, электродах с кустарной меловой обмазкой и т. п. Наимощнейшая ступень допускает работу на токах от 70 до 150 ампер. Такими токами можно сваривать толстые металлические пластины.

Плавное регулирование сварочного тока достигается перемещением подвижного сердечника. Двигая сердечник с помощью вращающейся рукоятки, сварщик изменяет величину магнитного потока, пронизывающего обмотки, и тем самым регулирует силу тока.

В сварочном трансформаторе «Комсомолец» есть еще одна очень важная часть — осциллятор. Он состоит из повышающего трансформатора и колебательного контура. Назначение его — вырабатывать ток весьма высокого напряжения и очень высокой частоты.

Этот ток в процессе сварки не участвует и нужен лишь для того, чтобы обеспечивать устойчивость горения дуги. Высоковольтный и высокочастотный ток осциллятора, подаваемый на дугу, обладает большим пробивным действием. От электрода к основному металлу при включении осциллятора проскакивают длинные искры. Искры ионизуют воздух и как бы прокладывают в воздухе проводящую дорожку для низковольтного тока, вырабатываемого сварочным трансформатором. Мощный ток устремляется вслед за искрой, и дуга горит очень устойчиво.

Надежный, простой и столь разносторонний по своему назначению сварочный аппарат академика Никитина — хороший подарок молодым строителям. Этот аппарат поможет им восстанавливать и реконструировать народное хозяйство нашей страны.

ГАЗИФИКАЦИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

А. ФЕДОРОВ,
кандидат технических наук, доцент

„Развить в крупных масштабах новую отрасль промышленности — газовую промышленность — на базе добычи природного газа и переработки угля, торфа и сланцев".

(Из Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 г.г.)

Среди большого количества различных веществ и материалов, без которых в настоящее время не может обойтись человек, одним из наиболее важных является топливо. Топливо — и прежде всего каменный уголь — является «хлебом» современной промышленности. Но не нужно быть большим специалистом в области энергетики, чтобы понять, что из трех видов топлива: твердого, жидкого и газообразного, последнее во многих случаях является самым удобным для использования.

Газ можно передавать по трубам. В печи он горит ровно и сгорает целиком, не оставляя золы, не выделяя дыма и копоти. Газовое пламя очень легко регулировать. Это достигается простым поворотом крана или вентиля. Горючий газ, поступающий в печь, можно предварительно подогревать за счет отходящих из печи дымовых газов. Нагретый газ при горении даст больше тепла.

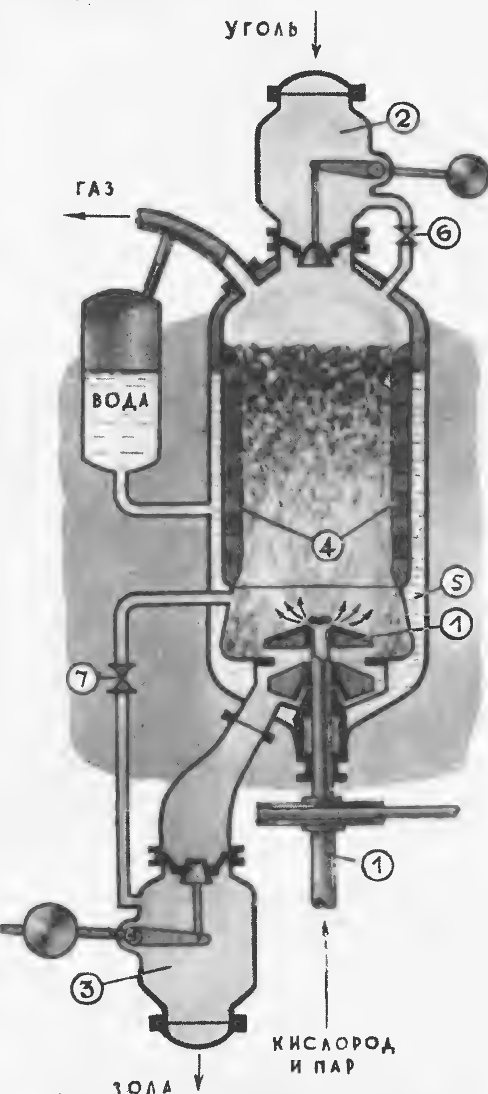
Преимущества газообразного топлива давно заставили ученых и изобретателей заняться изысканием способов, позволяющих превращать твердое топливо в горючий газ. Их работы в этом направлении увенчались успехом. Газификация каменного угля, дерева, торфа и других видов твердого топлива уже освоена техникой.

Газом отапливаются сталеплавильные печи, выплавляющие высококачественный металл. Многие крупные машиностроительные заводы целиком работают на газообразном топливе, полученном путем переработки торфа, сланцев или низкосортных видов угля. Горючий газ, добытый из древесных чурок в портативных газогенераторах, приводит в движение автомобили и тракторы. В крупных городах газ широко применяется для отопления кухонных плит, колонок в ванных комнатах и для других бытовых целей. Наконец, из высококачественного горючего газа можно получить искусственный бензин — полноценное жидкое топливо.

В чем же заключается процесс газификации топлива?

Каждый из наших читателей, вероятно, не раз сидел у горящей печи или у костра, наблюдая за тем, как пламя пожирает поленья дров. Дерево сгорает, выделяя тепло. В процессе горения весь углерод, содержащийся в топливе, вступил в соединение с кислородом воздуха, образовав дымовые газы и небольшое количество твердых остатков — золы.

Совсем другое произойдет при сжигании топлива в закрытом пространстве, при весьма ограниченной подаче воздуха, необходимого для горения. В этом случае углерод не сгорит полностью. В результате образуется новое соединение углерода с кислородом, так называемая окись углерода — газ, обладающий способностью гореть. В получении этого газа и состоит процесс газификации.



Так устроен газогенератор, работающий под давлением. Через пустотелый вал колосниковой решетки (1) подводится смесь водяного пара и кислорода. Уголь засыпается из бункера через верхний шлюз (2). Через нижний шлюз (3) из газогенератора удаляется зола. Внутренняя стенка генератора, выложенная огнеупорным кирпичом (4), и водяная прослойка (5) защищают наружную стальную рубашку от действия высоких температур. Камера водяной рубашки сообщается с камерой горения. Таким образом, давление на внутреннюю стенку генератора вполне уравновешивается внешним давлением воды. Вентили (6 и 7) позволяют создать давление в шлюзовых камерах. Это необходимо при загрузке газогенератора топливом и при удалении золы.

Иногда в газогенератор вместе с небольшим количеством воздуха или чистого кислорода вдувают водяной пар. Образующиеся при этом газы приобретают новые горючие, составляющие водород и химические соединения водорода с углеродом — углеводороды. Газ, богатый этими соединениями, горит так же хорошо, как природный газ или бензин, выделяя тепло.

При газификации твердого топлива часть скрытой в нем тепловой энергии безвозвратно теряется. Однако, несмотря на это, в подавляющем большинстве случаев получение и использование газообразного топлива выгодно. Поэтому наряду с широким использованием природного газа новый пятилетний план предусматривает развитие в крупных масштабах газификации твердого топлива.

Превращение хотя бы части угля или торфа на месте их добычи в горючий газ и передача этого газа по трубам к потребителям позволят разгрузить железнодорожный транспорт от перевозок больших количеств твердого топлива.

Существует немало способов газификации топлива. К их числу относится и так называемая подземная газификация, то есть превращение угля в горючий газ непосредственно в месте его залегания в подземных пластах.

В этой статье рассказывается об одном из новых методов получения горючего газа — о парокислородной газификации под высоким давлением. Этот метод имеет преимущества по сравнению с другими способами газификации.

Низкосортный уголь, непригодный для получения высококачественного металлургического топлива — кокса, поступает на газовый завод. В небольших вагонетках он подается к высокому зданию, в котором установлены газогенераторы — аппараты для газификации.

Каждый газогенератор имеет вид вертикально поставленного цилиндра. Внутренняя его часть изготовлена из легкого стального кожуха, выложенного огнеупорным кирпичом. Нижняя и верхняя части отливаются из стали.

Внутренний кожух заключен в массивную рубашку, сваренную из толстых стальных листов. Эта рубашка может успешно выдерживать давление в несколько десятков атмосфер. Пространство, отделяющее внутренний кожух генератора от рубашки, заполняется водой.

Заполнение водой является очень остроумным выходом из технических затруднений, связанных с устройством и работой газогенератора, в котором процесс газификации идет под давлением в 20 атмосфер и при температуре 800° С. Благодаря воде внутренняя огнеупорная кладка хорошо противостоит влиянию высоких температур. Вода давит на внутренний кожух снаружи с такой же силой, как горячие газы изнутри. Таким образом, давление целиком воспринимается наружной

стальной рубашкой. Водяная прослойка надежно защищает рубашку от действия высоких температур, и сталь, из которой она сделана, находится в нормальных условиях работы.

Периодически, один раз за 20—30 минут, в установку загружается топливо. Рабочий открывает крышку верхнего шлюза газогенератора, и куски угля, поступающего из бункера, наполняют приемную камеру. После этого крышка шлюза плотно закрывается. Простым поворотом вентиля камера соединяется с внутренним пространством газогенератора. Давление в камере и в генераторе быстро выравнивается. Теперь можно приступить к следующему этапу загрузки. Без труда опускается вниз конусный затвор, находящийся на дне приемного шлюза, и топливо пересыпается в генератор. Затем затвор снова закрывается до следующей загрузки.

Чтобы газифицировать топливо, нужен кислород. В газогенератор, под давлением в 20 атмосфер, вводится смесь, состоящая из кислорода и водяного пара, нагретая до 500°. Эта смесь продувается сквозь слой раскаленного угля, обеспечивая химические реакции между кислородом и углеродом, заключенным в топливе. Однако для полного завершения процесса горения кислорода нехватает. Поэтому топливо в газогенераторе не сгорает, а газифицируется, превращаясь в горючий газ.

В чем же преимущества газогенераторов, работающих не на обычном воздушном дутье, а на смеси водяного пара и кислорода? Что нового дает повышенное давление в газификации?

Одной из наиболее интересных и важных особенностей газификации является возможность переработки низкосортного твердого топлива в высококачественный горючий газ. Во многих случаях к газообразному топливу предъявляется одно основное требование — его высокая теплотворная способность, т. е. высокая отдача тепла при сгорании.

Теплотворная способность горючего газа определяется количеством больших калорий тепловой энергии, выделяемой при горении 1 кубометра газа. Доменная печь, в качестве побочного продукта, также дает горючий газ. Однако доменный газ низкокачественный, или, как говорят, малокалорийный. Один кубический метр такого газа при горении выделяет не более 900 больших калорий. Теплотворная способность газа, полученного путем газификации твердого топлива в современных газогенераторах на воздушном дутье, доходит до 1 500 больших калорий. Парокислородная газификация под давлением позволяет получить наиболее хороший газ, каждый кубометр которого дает при сгорании не менее 4 тысяч больших калорий тепла.

Горючий газ, полученный в генераторах на обычном дутье, содержит значительное количество азота, перешедшего в него из воздуха. Азот не горит, он является вредным балластом в газе и значительно уменьшает его теплотворную способность. В газе, добытом на кислородном дутье, нет азота.

Водяной пар, вдуваемый в газогенератор вместе с кислородом, под действием высокой температуры разлагается. При этом выделяется водород — важная горючая часть газообразного топлива. Таким образом, газ, полученный при парокислородной газификации под давлением, имеет в своем составе окись углерода и водород. Но этого мало. Высокое давление, при котором идет процесс газификации, обеспечивает наличие в полученном газе третьего горючего вещества — метана: химического соединения углерода и водорода. Это соединение отличается исключительно высокой теплотворной способностью и значительно повышает общую теплотворность всего газа.

Высокое давление, создаваемое в газогенераторе, повышает скорость процесса газификации. В результате этого появляется возможность иметь очень компактную и высокопроизводительную установку.

В генераторе, работающем под давлением, все горючие вещества, содержащиеся в твердом топливе, переходят в газ. Отходом является зола, которую время от времени нужно удалять из генератора. Удаление золы основано примерно на том же принципе, что и загрузка газогенератора топливом.

Горючий газ покидает генератор через трубу, расположенную в верхней части установки. Газ имеет высокую температуру и сохраняет давление в 20 атмосфер. Его нужно охладить и очистить от различных примесей.

Обычно твердое топливо содержит в своем составе смолу и другие вещества. В процессе газификации топлива они испаряются и переходят в газ. Их отделение достигается простым охлаждением газа в двух холодильниках, установленных возле газогенератора. В первом холодильнике конденсируются пары смолы, а во втором — технические масла и бензин. Эти продукты собираются. Они являются ценными побочными продуктами газового производства.

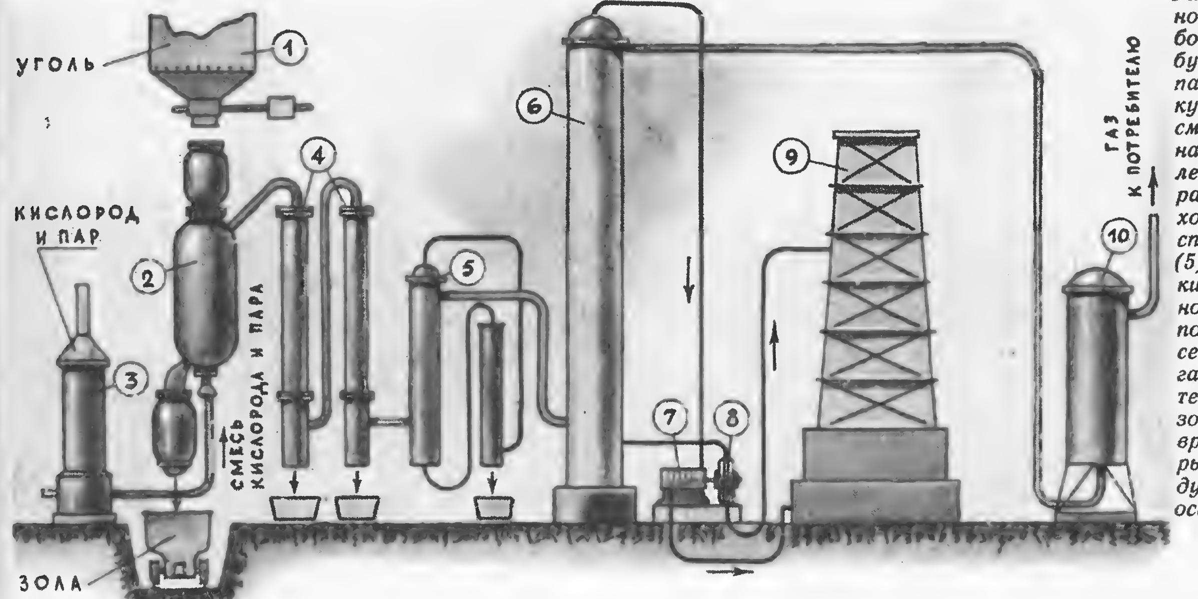
Освободившись от паров смолы, масел и бензина, газовая смесь направляется в промывочную колонну. Здесь она опрыскивается водой. При этом углекислый газ и сернистые соединения, содержащиеся в горючем газе в небольшом количестве, растворяются и уносятся водой. Очищенный газ остается теперь пропустить через каплеотделитель, где от него отделяются мельчайшие частички воды, оставшиеся после промывки в колонне, и направить по газопроводу к потребителям.

Давление в 20 атмосфер, которое газ имеет при выходе из генератора, обеспечивает его продвижение через все аппараты газификации установки, позволяет транспортировать газ по трубам на расстояние в 200—250 километров без дополнительного сжатия.

Интересно отметить, что конструкция газогенератора, работающего под давлением, весьма рациональна. Она обеспечивает не только получение высококачественного газа, но дает возможность уловить все ценные продукты, содержащиеся в газифицируемом топливе — смолу, масла, бензин. Вода, которая использовалась для очистки газа, покидает колонну под давлением в 20 атмосфер. Этого вполне достаточно, чтобы вращать небольшую гидротурбину, связанную с насосом, подающим свежую воду для промывки газа. Но это еще не все. При очистке газа в воде растворился не только углекислый газ, но одновременно небольшая часть ценных горючих веществ, содержащихся в газе. Эти вещества не должны быть потеряны. Из гидротурбины вода поступает в специальную установку, где она продувается воздухом. При этом горючие газы, находящиеся в воде, увлекаются дутьем и используются для отопления аппарата, натревающего парокислородную смесь перед ее поступлением в генератор.

Газификация твердого топлива под высоким давлением, бесспорно, является одним из наиболее совершенных методов получения горючего газа. Газификационные установки этого типа компактны и просты в обслуживании. Они приспособлены к работе на низкосортном топливе, содержащем много золы, и дают газ хорошего качества. Парокислородная газификация под давлением, по сравнению с другими методами газификации, позволяет наиболее полно использовать полезные вещества, заключенные в твердом топливе. До 85% тепловой энергии угля переходит при этом в газ и побочные продукты газификации.

Новый метод газификации, несомненно, найдет широкое применение в народном хозяйстве нашей страны, которая среди своих богатейших топливных ресурсов имеет значительные запасы низкосортных топлив: бурого угля, торфа, сланцев.



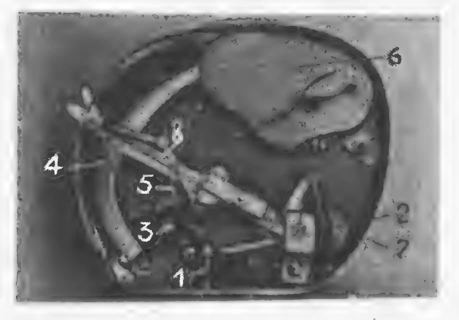
Газогенераторная установка представляет собою целый агрегат. Из бункера (1) уголь засыпается в генератор (2), куда по трубе подается смесь пара и кислорода, нагретая в подогревателе (3) до 500°. Из генератора газ поступает в холодильники (4) и специальные аппараты (5), улавливающие остатки бензина. В промывочной колонне (6) вода поглощает углекислоту и сернистые соединения, и газ через каплеотделитель (10) поступает в газопровод. Турбина (7) вращает насос (8), который подает свежую воду. В башне (9) вода освобождается от растворенных в ней газов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МИКРОМЕТР

И. ПУЗЕЙ

Металлы подвержены болезням — и внутренним и наружным. Одна из этих болезней — коррозия. Она поражает их снаружи, разъедая их поверхность. Для продления жизни машин и приборов надо защитить их от коррозии. Для этого их часто покрывают защитным слоем лака, краски или другого металла, более стойкого. Стальные, железные, медные, латунные изделия никелируют, хромируют, лудят, оцинковывают, серебрят и т. п.

Чтобы быть уверенным в том, что металл надежно предохранен от коррозии, очень важно знать, достаточна ли толщина защитной пленки и одинакова ли эта толщина в разных местах слоя. Пленка не должна быть к тому же слишком толста. Ценные металлы надо экономить. Кроме того, слишком толстый слой не надежен: толстая пленка легче отслаивается, отпадает, как шелуха. Как же контролировать толщину защитных пленок, не нарушая их целости? Ведь доступна только одна, внешняя сторона пленок. До сих пор приборов для этой цели не было. Впервые эту трудную задачу решили в маг-



Приложив магнитный микрометр к испытываемому изделию, нажатием кнопки (она находится на задней стенке) освобождают гребенку (4). Все дальнейшее легко проследить, так как передняя стенка (6) прозрачна—она сделана из плексигласа. Гребенка под действием пружины (2) приходит в движение, растягивая пружину (3), скрепленную с магнитом (1). Магнит уравновешен грузиком (7), и пружине (3) надо преодолевать только силу магнитного притяжения магнита к изделию. Пока пружина (3) не в силах оторвать магнит, стрелка (8) стоит на месте, удерживаемая защелкой (5), соединенной с магнитом. Когда пружина, растягиваясь, разовьет достаточную силу, происходит отрыв магнита — защелка освобождает стрелку, и она начинает двигаться вместе с гребенкой, фиксируя деление, соответствующее моменту отрыва.

нитной лаборатории физического института Московского государственного университета. Академик БССР Н. С. Акулов и его сотрудники сконструировали два прибора, позволяющие мерить толщину любого защитного слоя на любом металле.

Первый прибор — магнитный микрометр системы Н. С. Акулова — меряет толщину пленок на изделиях из ферромагнитных металлов — стальных, железных, чугунных. Принцип его действия прост и изящен. Если мы будем подносить магнит к железному или стальному изделию, то между ними возникнет взаимодействие: магнит будет притягиваться к изделию.

Чем ближе магнит к изделию, тем больше сила притяжения, тем большее усилие надо приложить, чтобы отвести магнит от изделия. Основная часть магнитного микрометра Н. С. Акулова — маленький постоянный магнит. Когда прибор прикладывают к изделию, магнит, притягиваясь к стали или железу, скрытым под защитным слоем, плотно прилегает к их поверхности. Отрыв магнита от изделия производится автоматически, с помощью пружины. Растяжение пружины в момент отрыва автоматически фиксируется стрелкой — указателем. На шкале прибора нанесены деления, прямо показывающие толщину слоя, соответствующего тому или иному растяжению пружины.

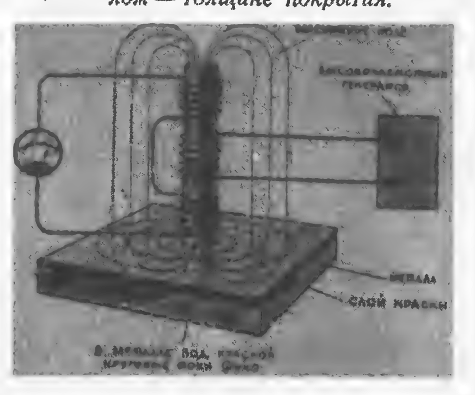
Магнитный микрометр может измерять толщину тончайших пленок — всего в несколько микронов (тысячных долей миллиметра).

Другой прибор системы Н. С. Акулова и Н. И. Еремина назван электромагнитным микрометром. Его назначение — измерять толщины покрытий на немагнитных металлах.

Основная часть прибора — железный стержень, на который навиты три обмотки. Средняя обмотка служит для намагничивания стержня. Две крайние обмотки соединены между собой последовательно, а свободные концы их выведены к гальванометру.

Через среднюю обмотку пропускают переменный ток высокой частоты, источником которого служит высокочастотный генератор. Обычно его устанавливают на частоту в 30 000 периодов в секунду. Потом мы увидим, для чего нужна столь высокая частота. Ток, проходя по обмотке, создает переменное магнитное поле, превращая стержень в магнит, полярность которого то и дело меняется. Под действием переменного магнитного поля в двух крайних обмотках находятся электродвижу-

Схема электромагнитного микрометра. Токи Фуко, порожденные в поверхностном слое металла изделия, создают свое магнитное поле (линии его не изображены). Поле токов Фуко действует на крайние обмотки, нарушая равенство электродвижущих сил, находящихся в них, и в их цепи начинает течь ток. Прибор отградуирован так, что деления шкалы прямо соответствуют зазору между концом стержня и металлом — толщине покрытия.



щие силы. Так как крайние обмотки имеют одинаковое число витков, но навиты навстречу друг другу, то эти электродвижущие силы в любой момент равны друг другу, но противоположно направлены. Вследствие этого ток в цепи этих обмоток не возникает, и стрелка гальванометра будет стоять на нуле. Иное будет, если приблизить наш стержень к металлической поверхности. Магнитное поле стержня доберется до металла, и в нем появятся наведенные этим полем токи, так называемые токи Фуко. Эти токи тоже переменные и имеют ту же частоту, что и у генератора. Токи Фуко создают свое магнитное поле, которое будет складываться с полем, породившим их. На ближнюю обмотку действие магнитного поля токов Фуко будет сильнее, чем на дальнюю. Вследствие этого нарушится равенство электродвижущих сил в обмотках, в их цепи пойдет ток, и стрелка гальванометра отклонится. Разным расстояниям конца электромагнита от металлической поверхности будут соответствовать разные показания гальванометра.

Однако есть еще одно важное обстоятельство. Глубина слоя, на которой магнитное поле проникает в металл, а следовательно, и толща слоя, который пронизан токами Фуко, зависит от частоты этого магнитного поля.

Чем ниже частота магнитного поля, тем больше его проникающая способность. Для меди, например, глубина проникновения при частоте 50 периодов в секунду — 9,4 миллиметра, а уже при частоте 30 000 периодов в секунду — 0,4 миллиметра.

Если взять для магнитного поля стержня слишком низкую частоту, то магнитное поле может просто-напросто пронизать насквозь листы, на которых меряют толщину защитной пленки. Токи будут циркулировать по всей толще листа. На силе токов Фуко, а следовательно и на силе их магнитного поля, будет сказываться толщина контролируемых листов. Чтобы этого не получилось, для генератора берут частоту в 30 000 периодов в секунду. При такой частоте токи Фуко сосредоточиваются только вблизи самой поверхности. Для прибора в этом случае глубинные слои как бы не существуют.

Электромагнитный микрометр, взяв малую частоту, можно приспособить для измерения толщины самих листов, трубок и т. п. Этот прибор может служить и дефектоскопом. Наличие внутри металлов пороков — трещин, раковин — исказит токи Фуко, и это скажется на показании прибора. Меняя частоту, таким прибором можно прощупать металл на разных глубинах. Прибор можно приспособить для контролирования качества закалки, цементации и т. п. Они меняют электропроводность поверхностных слоев, что также почувствуется прибором.

Четвертая очередь метро

Инж. З. ВАСИН *Рис. С. ВЕЦРУМБ*

„Продолжать строительство четвёртой очереди Московского метрополитена".

(Из Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.)

Четвертая очередь Московского метро — это часть подземного кольца, охватывающего центральный район столицы. Кольцо пронизывает пункты: Комсомольская площадь, Курский вокзал, Таганская площадь, Павелецкий вокзал, Серпуховская площадь, Калужская площадь, Парк культуры имени Горького, Киевский вокзал, Белорусский вокзал, Ботанический сад.

Протяженность подземного кольца — 20 километров двухстороннего пути. Вновь должно быть сооружено 12 станций, из них 6 пересадочных.

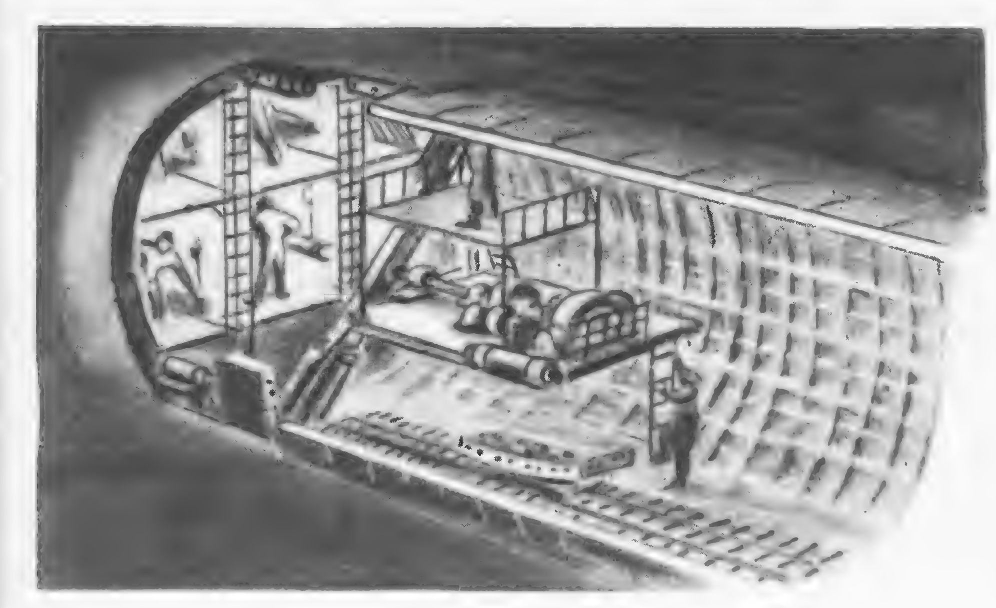
Метростроевцы, опираясь на самую передовую и мощную технику, успешно преодолевают трудности строительства.

Самый коварный враг проходчиков подземных шахт — это плывуны: массы песка, как губка, пропитанного водой. При работе в плывунах в тоннели просачивается, натекает и, наконец, врывается вода. В отдельных разработках она поступает в количестве до 1 500 кубических метров в час. Только за время строительства четвертой очереди, с июня 1944 года по июнь 1946 года, из подземных выработок откачано свыше 600 миллионов кубометров воды. Чтобы вместить всю эту массу воды, надо было бы иметь озеро площадью в один квадратный километр и глубиною свыше 60 метров!

АРКТИКА ПОД ЗЕМЛЕЙ

В одних случаях можно непрерывно откачивать воду из шахты или тоннеля, тем самым понижая уровень грунтовых вод. В других случаях можно, герметически закупорив подземную выработку, накачивать в нее воздух, который отожмет устремляющуюся в пустоты воду. Этот способ получил название кессонного.

Щит, как металлическая гусеница, ползет вперед, проглатывая землю. Со специальных площадок в передней части щита пневматическими молотками разрыхляется грунт. Огромные руки эректора расставляют тяжелые сегменты...



Искусственный холод, замораживающий водянистый грунт-плывун, помогает строителям прокладывать тоннель.

В 7-м номере нашего журнала мы писали о возможности бурения вертикальных шахт в плывунах с помощью особых буровых вышек. Сегодня мы вкратце остановимся на том, как человек заставил холод притти на помощь строительству там, где прочие методы работ оказались бессильными.

Этот способ, возможно, принесен к нам из Сибири, где в зимнюю стужу старатели уже давным-давно специально промораживали заливаемые водой шахты, чтобы ускорить их проходку.

В чем же заключается метод искусственного замораживания плывунов?

Он состоит в том, что место работ отгораживается от общей массы водоносного грунта стеной из мерзлоты. Замороженный грунт толщиною в 3 метра при температуре минус 12 градусов практически выдерживает любое дав-



Наибольшей из всех существующих и проектируемых станций метро будет станция «Комсомольская». Длина ее свыше 100 метров, ширина 18 метров, высота 8,5 метров. Она будет находиться ниже существующей станции первой очереди, будет соединена с ней эскалаторами, а также будет иметь собственные выходы к Казанскому, Ярославскому вокзалам и к новой станции «Каланчевская». Это целый подземный вокзал, способный пропускать сотни тысяч пассажиров в сутки, распределяя их в нужных направлениях.

Подземные электростанции будут питать электрические поезда, вентиляционные установки, будут освещать весь этот подземный мир.

Огромные моторы будут приводить в движение эскалаторы, увлекая потоки людей вверх и вниз.

В четыре этажа разместится движение на Комсомольской площади. По существующей эстакаде над широким потоком людей и автомобилей проходят электрические и паровые поезда. Под землею в вагонах метро торопятся пассажиры, следующие из центра за город. А еще ниже, в самой толще покоренной земли, залитые каскадом электрического света, проносятся поезда «большого кольца Москвы». Сегодня на три четверти это уже вошло в жизнь — это уже действительность.

ление горных пород и прекрасно противостоит проникновению грунтовых вод. Ледяная броня прикрывает работающего человека.

Но как заставить холод спуститься под землю?

Это достигается с помощью искусственных приспособлений и специальных холодильных машин.

Холодильная машина основана на том, что жидкий аммиак при своем испарении отнимает от окружающей среды теплоту. Пары аммиака вновь сжижаются с помощью компрессора и конденсатора, а холод, образовавшийся в испарителе, идет на охлаждение незамерзающего рабочего рассола хлористого кальция. Рассол при температуре минус 25 градусов поступает в охлаждающую систему. Для ее установки по контуру выработки пробуриваются скважины диаметром 150—200 миллиметров на расстоянии 1 метра друг от друга. В скважины опускаются замораживающие колонки, состоящие из двойных труб. Замораживающий рассол поступает по средней трубе, а по наружной трубе после естественного нагрева в грунте на несколько градусов возвращается в холодильную машину. Таким образом циркуляция рассола происходит непрерывно.

Через 10—15 дней круглосуточной работы холодильной машины грунт вокруг отдельных замораживающих колонок смерзается в монолитную массу, защищающую место выработки от проникновения грунтовых вод и осыпания стенок.

Теперь холодильная машина должна лишь поддерживать кольцо мерзлоты до тех пор, пока не будут произведены выработка и закрепление ее стенок.

Замораживание под землей широко применяется при проходке вертикальных шахт и особенно наклонных тоннелей для будущих самодвижущихся лестниц. Чтобы представить себе количество необходимого труда, напомним несколько цифр. При строительстве всем известной станции «Динамо» было пробурено 380 скважин глубиной от 15 до 65 метров — общая длина всех скважин составила 13 600 метров.

Для всех четырех очередей Московского метро общий подъем замороженных грунтов должен составить около полумиллиона кубических метров.

ТОННЕЛЬ, КОТОРЫЙ ПОЛЗЕТ...

Представьте себе на мгновенье, что время убыстрилось. То, на что требовались раньше целые сутки, вдруг, по волшебному мановению, начнет протекать за одну минуту.

И вот тогда вы увидите, как под землей, удаляясь в сторону от вертикального ствола шахты, ползет огромная гусеница, оставляя за собой широкое отверстие, выложенное изнутри чугуном. Гусеница ползет вперед, проглатывая землю и упираясь в чугунные стенки своей же собственной норы. По такой схеме осуществляется проходка тоннеля щитом — это наиболее современный, почти полностью механизированный метод прокладывания тоннелей. Подземный щит движется со скоростью нескольких метров в сутки. Направляют его находящиеся внутри люди.

Головная часть щита, равная диаметру тоннеля, представляет собою стальной кольцевой нож, острой своей кромкой врезающийся в землю. Усилие, необходимое для продвижения щита, со-

здается группой гидравлических домкратов. Они упираются в торцовую часть чугунных тюбингов, которыми выложена внутренняя поверхность уже готового тоннеля. Со специальных трехэтажных площадок в передней части щита рабочие с помощью пневматических отбойных молотков, а иногда и с помощью зарядов взрывчатки врубаются в грунт и сбрасывают его вниз. Оттуда порода попадает на специальные породоуборочные машины.

Навстречу вынутому грунту на вагонетках подаются тюбинги — чугунные сегменты, которые при сболчивании составляют водонепроницаемую «рубашку» тоннеля, способную выдержать огромное внешнее давление грунта.

Укладка тюбингов производится непосредственно за головной частью щита с помощью специального приспособления — эректора. Подобно огромной часовой стрелке вращается рука эректора, расставляя тяжелые сегменты тюбингов по окружности тоннеля, ползущего вперед. Рабочие только успевают стягивать их между собой болтами. А для того чтобы еще более увеличить плотность трубы тоннеля, за чугунные стенки его через специальные отверстия нагнетается галька с цементным раствором. Стянутые болтами ребра тюбингов дополнительно расчеканиваются изнутри.

Для определения направления тоннеля, для удобства откатки породы и для вентиляции обычно перед щитом делают штольню малого диаметра. Это своего рода маленький «тоннель-разведчик», проделанный впереди щита полного профиля.

Ползущий под землей щит не слеп, подобно кроту. Малейшее отклонение тоннеля от заданного пути немедленно будет замечено и устранено. Подземным движением руководит специальная маркшейдерская служба. Как капитан воздушного корабля во время слепого полета по одним приборам ведет свое судно к намеченной цели, так опытный маркшейдер с помощью точных приборов «вслепую» нацеливает чугунное жерло тоннеля. В толще земли нет ни ветров, ни бурь, ни туманов, но просчет здесь абсолютно недопустим. Малейшая ошибка штурмана подземной трассы, — тоннель отклонится в сторону, и никаким «вторым заходом» уже не спасти положения.



Если бы со станции «Маяковская» снять замечательный украшающий покров, то можно было бы увидеть сложный и точно рассчитанный металлический скелет, изготовленный из высокопрочной стали.

СКЕЛЕТ СТАНЦИИ

Перед нами две фотографии. На одной из них мы видим, как над мраморным ковром пола поднимаются тонкие стрельчатые колонны, переходящие в легкие арочные перекрытия. Между перекрытиями овальные купола, замыкающиеся мозаичными плафонами синего неба, зелени и облаков. Это станция метро «Маяковская». Слой земли толщиною в несколько десятков метров давит на негнущиеся колонны станции, на ажурные перекрытия.

Очень трудно представить себе все это, спустившись по многометровому эскалатору на платформу. Она представляется изнутри солнечной галлереей, влекущей на простор, — так легки конструкции станции.

Все дело в скелете станции. Пойдем навстречу времени, снимем украшающие станцию покровы и обнажим стальной костяк, на котором держится тысячетонная толща земли.

Перед нами вторая фотография. Это скелет станции метро «Маяковская». Чугунные трубы тюбингов связаны стальными решетчатыми фермами. Клепаные колонны из высокопрочной стали соединены между собою балками и растяжками так, что все это образует уравновешенную, высокопрочную конструкцию. Между растяжками, там, где своды создают свободное пространство, размещаются купола и плафоны. А там внизу, под нашими ногами, также лежит невидимый лабиринт напряженного металла. Он ниже уровня платформы, но он нужен там, чтобы замкнуть чугунную трубу станции и передать колоссальное давление вышележащей породы на металлические стенки трубы.

Искусная работа конструкторов, архитекторов и художников нарастила на металлический скелет станции бетон и мрамор, бронзу и керамику и скрыла от нашего взора титаническое напряжение металлического каркаса. В этом заслуга строителей: они создали подземелье, которое не гнетет своей глубиной, а, наоборот, влечет нас ввысь.

Из двенадцати станций кольца семь будут сооружены по типовой схеме трехсводчатой конструкции. Архитектурное оформление станции будет индивидуальным в соответствии с местом расположения станции и тематикой, положенной в основу оформления.

Мрамор и бронза — это не только внешний символ бессмертия. Это — ставший обычным для метрополитена строительный материал. Разноцветные глыбы мрамора, размером до двух кубических метров каждая, прибывают на заводы метро со всех концов Союза за тысячи километров.

Железные полосы, под которые подсыпают кварцевый песок, двигаясь вперед и назад, распиливают глыбы на тонкие мраморные доски. Достаточно сказать, что только для одной четвертой очереди метро потребуется произвести 360 километров разреза мрамора. Но это еще не все, — мрамор требует последующей шлифовки, полировки, подбора по расцветке и рисунку.

А бронза... Прежде чем лечь красивой решеткой на стену, повиснуть витой арматурой или воплотиться в литую скульптуру, — какой путь должна пройти она! Скульпторы делают модель из глины, по ней отливают рабочую модель из алюминия, по которой уже льют массовые детали.

Многолетняя практика строителей дала возможность воздвигнуть подземные дворцы и воплотить в бронзе и мраморе памятники прекрасному человеческому труду.

Людям советского поколения есть чем гордиться. Как символ нашего бессмертия, мы завещаем лучшее в мире метро грядущему поколению.



Гидростанция на малой реке



Инж. В. ЯРОШ и инж. И. ФЕДОРОВ

Рис. С. ВЕЦРУМБ

«Обеспечить дальнейшее развитие электрификации сел, колхозов, МТС и совхозов. Развернуть строительство в сёлах малых гидростанций...»

(Из Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.)

Меж обрывистых берегов, поросших живописными кустами и деревьями, лениво и медленно течет река.

Какая это река — большая или малая? Спросите у местных жителей, и они скажут, что их река большая. Еще бы! Ведь она тянется на 100 километров.

Местные жители очень обижаются, когда им говорят, что река эта совсем небольшая. Ведь реки не длиннее 100 километров принято считать малыми. Таких малых рек в Советском Союзе очень много — 43 тысячи. Если их вытянуть в одну линию, получилась бы лента, которой хватило бы трижды опоясать земной шар по экватору: общая протяженность всех малых рек — 1 300 000 километров.

Когда мы плывем по реке или купаемся в ее водах, нас поражает глубокая, приятная тишина. Река кажется такой спокойной. Но это спокойствие кажущееся. Лениво текущая река проделывает сложную, напряженную работу, которая не прекращается ни на миг. Река постепенно меняет свое русло.

Для того чтобы изменить очертания берегов, возвести песчаные валы, строить косы и мели, нужно затратить большую энергию. Каждая, даже очень небольшая, река обладает неистощимым запасом энергии. Если сложить скрытые возможности всех малых рек, которые протекают по нашей земле, получится внушительная цифра — 34 миллиона киловатт. Известно, что небольшой промышленный город может быть обеспечен электроэнергией, имея станцию, мощностью 30 000 киловатт. Значит, все малые реки Союза могут дать столько энергии, сколько потребуется сотням городов.

До 1946 года народное хозяйство использовало только 52 000 киловатт, что составляет менее одного процента общей мощности всех малых рек. А между тем мы можем значительно шире использовать эту даровую энергию на пользу социалистического строительства. На малых реках можно строить небольшие гидроэлектростанции, которые вполне удовлетворят потребности колхозов или совхозов в электроэнергии.

В пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства Союза ССР предусмотрено строительство 20 000 малых гидроэлектростанций общей мощностью в 1 000 000 киловатт. Выполнение этого плана увеличит мощность малых гидроэлектростанций примерно в 20 раз по сравнению с тем, что мы имели в 1946 году. Широкое строительство гидроэлектростанций еще больше разовьет и укрепит социалистическое земледелие.

Молодые колхозники и рабочие совхозов могут и должны стать инициаторами электрификации сельского хозяйства. Но для этого сельская молодежь должна знать, что представляет собой маленькая ГЭС, каких материалов потребует строительство, какие работы оно повлечет за собой.

Рассмотрим частный случай строительства деревянной свайной ГЭС на равнинной реке в условиях средней полосы Союза.

Такая гидроэлектростанция обычно состоит из плотины, здания станции и двух каналов. Один из них подводит рабочую воду к турбине, а другой отводит от нее отработанную воду. Типовые проекты всех сооружений ГЭС мощностью до 50 киловатт (с полным комплексом всех вопросов по проектированию и строительству) имеются в Главсельэлектро. Любой колхоз, собирающийся строить гидроэлектростанцию, может с его помощью выбрать такой проект сооружения, который наиболее подходит к местным условиям.

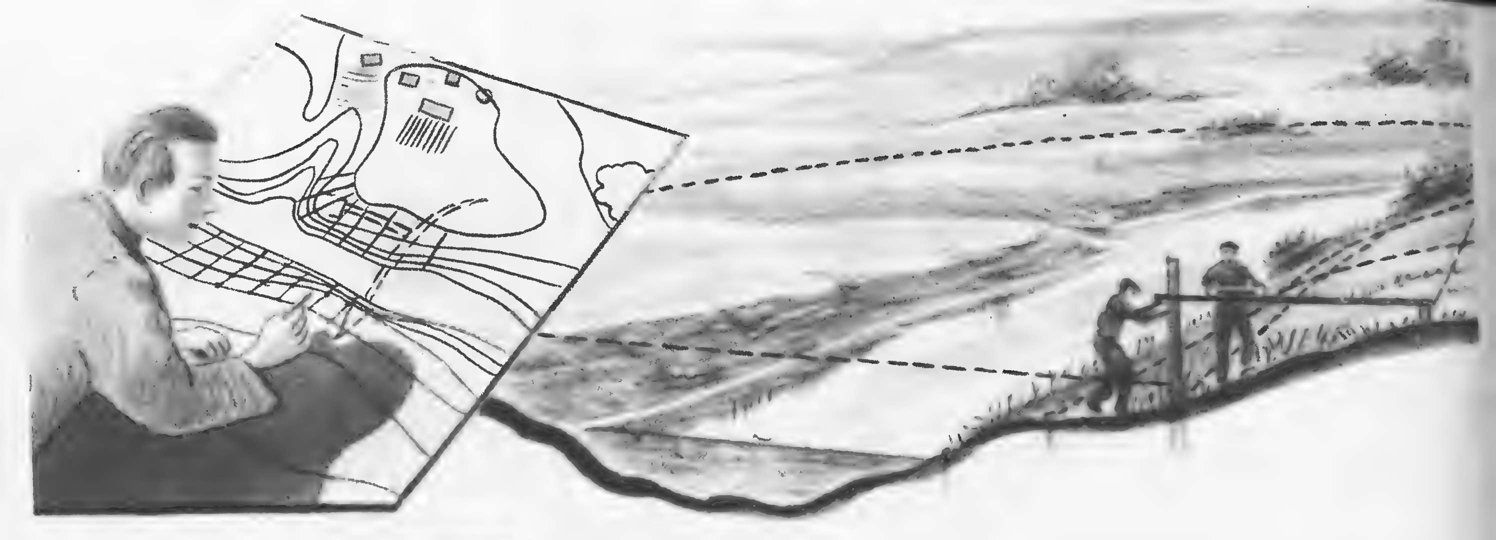
Эти местные условия необходимо тщательно изучить. Прежде чем приступить к строительству гидроэлектростанции, необходимо выбрать на реке подходящее место. Каким же требованиям должно оно отвечать?

Выбранный участок должен быть нешироким, с крутыми, устойчивыми берегами, без оползней и осыпей.

Будущих строителей должно интересовать все, что относится к режиму реки, то есть уровни прохождения паводков, условия прохождения ледоходов и места заторов льдов, размыва русел и стеснения свободного течения реки.

Выбирая место для плотины, надо





НАПОР

Мощность в киловаттах = расходу в $м^3$ за 1 сек. X на напор в метрах

думать не только об устойчивости этого сооружения. Плотина повысит уровень воды в реке, поэтому большие площади могут оказаться затопленными водой. Очень важно выбрать такое место, чтобы воды реки не залили ценных угодий и строений.

Прежде чем строить электростанцию, нужно узнать, допускают ли местные грунты забивку свай. Если строитель не располагает буровым инструментом, грунты можно исследовать, выкапывая колодцы глубиной до трех метров. Можно получить хорошие сведения о грунтах и возможности забивки свай от участников строительства ближайших сооружений на реке.

Если грунты окажутся сложенными из крупной гальки с валунами, песчаником, известняком, плотными глинами и другими породами, в которые сваи не идут, тогда сооружение следует строить без свай — ряжевое.

Не во всем, конечно, надо полагаться на свои знания. На помощь молодым энтузиастам придут сотрудники из райземотделов и контор сельэлектро. В этих учреждениях имеются карты, выполненные в крупных масштабах. Руководствуясь ими, специалисты могут ответить на ряд вопросов, которые интересуют будущих строителей.

Для строительства ГЭС необходимо использовать местные строительные материалы. Будущие строители должны выяснить, имеется ли вблизи строительства камень, древесина, глина, песок, кирпич. Зная это, можно решать вопрос о материале для строительства сооружений.

Определяя местоположение станции, очень важно учесть еще одно обстоятельство: чем ближе электростанция к потребителю, тем больше электроэнергии дойдет до него и тем меньше израсходуется материалов на подводку проводов. Малую гидроэлектростанцию, мощностью в 15—20 киловатт, нужно строить не дальше чем в пяти километрах от селения. Есть еще одна особенность, которую нельзя не отметить: плотину ГЭС нужно строить не ближе чем в 10—15 и не дальше чем в 20—40 километрах от истока реки.

Почему это так важно?

Потому что удаление от истока влечет за собой удорожание плотины, которое вызывается большим притоком воды. Если же плотину располагать ближе, чем в 10—15 километрах от истока, гидроэлектростанция, в силу малого притока воды и недостаточного напора, не сможет обеспечить необходимой мощности.

Выбирая место для электростанции, нужно помнить, что этот участок реки должен быть прямолинейным, и вот почему: если поток будет направлен наискось к отверстию плотины, он может разрушить один из ее устоев.

Плотина — наиболее дорогостоящее сооружение во всей гидроэлектростанции. Стоимость одного погонного метра отверстия деревянной плотины — 10—12 тысяч рублей. Поэтому при строительстве ГЭС мощностью в 15—20 киловатт необходимо особенно осторожно отнестись к выбору напора воды. Чем больше напор, тем дороже плотина. Для малых гидростанций на равнинных реках напор колеблется между 1—2—5 метрами.

Выбранный участок реки не должен изобиловать большими глубинами, которые тоже увеличивают стоимость плотины, требуя тяжелого фундамента.

Наконец молодые разведчики установили место строительства будущей плотины. Теперь им предстоит определить, какой напор воды допускают берега. Для этого делают поперечный профиль русла.

Обычно съемка профилей требует точных геодезических инструментов, но для приближенных расчетов можно обойтись и без них, используя более простые и менее точные инструменты: две рейки с делениями, колышки и уровень (ватерпас).

Итак, начинается новый этап работы: определение поперечного профиля русла.

Для этого в 5—10 метрах от воды, на берегах, вбивают два кола, так, чтобы линия, их соединяющая, была перпендикулярна течению реки.

Затем, идя от одного кола к другому,

ТУРБИНА Ф20-ВО всесоюзного института гидромашиностроения

Напор в метр.	Диаметр 420мм			Диаметр 590мм			Диаметр 840мм		
	Расход $м^3$/сек.	Число оборот.	Мощность в киловат.	Расход $м^3$/сек.	Число оборот.	Мощность в киловат.	Расход $м^3$/сек.	Число оборот.	Мощность в киловат.
2,0	0,275	270	4,4	0,550	191	8.8	1,10	135	17,78
2,5	0,308	302	6,2	0,615	214	12,25	1,23	151	24,7
2,75	0,323	316	7,12	0,645	224	14,25	1,29	158	28.5
3,0	0,338	330	8,18	0,675	234	16,3	1,35	165	32,5
3,5	0,365	356	10,3	0,730	253	20,6	1,46	178	41,25

в местах характерных изломов берега ставят маленькие колышки. С помощью линейки, рейки и ватерпаса замеряют возвышение одного колышка над другим и расстояние между ними. Результаты записывают.

Пользуясь этими записями, можно вычертить профиль русла и берегов. Его наносят на плотную бумагу в масштабе 1 : 100.

По такому профилю можно судить о величине допустимого напора.

Мощность гидроэлектростанции можно определить, умножив величину напора в метрах на расход воды, выраженный в метрах кубических в секунду, и на постоянный коэфициент.

Но как установить расход воды? Для этого нужно знать скорость течения воды и площадь сечения потока.

Невдалеке от створа плотины будущие строители выбирают прямолинейный неглубокий участок реки длиной около 10 метров. Желательно, чтобы этот участок был лишен растительности и отличался плавным и спокойным течением. В начале и в конце участка намечают два створа. Затем их закрепляют на обоих берегах шестами-вехами так, чтобы линии, соединяющие вехи, были перпендикулярны течению. Посредине этого участка между двумя створами определяют сечение русла до уровня воды.

На берегах у самой воды вбивают два колышка. Между ними через реку натягивают бечевку со сделанными на ней через 1 метр пометками или узлами.

Опуская рейку до дна у каждого узла, измеряют глубину русла.

Каждый замер заносят в тетрадь. Подсчет площади сечения потока можно провести так:

Перенести профиль реки, лежащий ниже поверхности воды, либо на миллиметровую бумагу, либо на лист из ученической тетради в клетку. Затем подсчитать площадь полученной фигуры. Если масштаб чертежа 1 : 100, то результат получаем сразу в квадратных метрах.

Для определения скорости течения должны работать два человека. У одного в руках часы, у другого — 10 поплавков.

Человек с поплавками становится выше верхних шестов (верхнего створа). Он бросает поплавки в воду несколько дальше створа; и, когда поплавок проходит через линию створа, он взмахивает рукой. По этому сигналу наблюдатель засекает время и узнает, сколько времени поплавок тратит на путь от верхнего створа до нижнего.

Разведчик бросает поплавки так, чтобы испытать всю поверхность течения. Когда десятый поплавок переплывает воображаемую линию нижнего створа, разведчики складывают 10 цифр (скорости каждого поплавка) и делят полученную сумму тоже на десять, то есть на количество поплавков. Разделив длину участка (10 метров) на среднее время поплавка, узнают среднюю скорость течения, или, иначе говоря, сколько метров проходит в секунду вода. Но этого мало. Нужно еще установить среднюю скорость всего потока. Поплавки замеряют скорость поверхностного слоя воды, которая процентов на 20 больше средней скорости всего потока. Поэтому скорость движения воды, определенную поплавками, надо умножить на 0,8. Так вычисляется средняя скорость потока.

Теперь будущие строители располагают двумя важными цифрами. Они знают площадь сечения воды в русле в квадратных метрах и скорость потока в линейных метрах. Перемножив эти цифры, можно определить расход реки. Расход обычно измеряется кубическими метрами в секунду. Пользуясь этими данными, уже приступают к определению мощности будущей ГЭС.

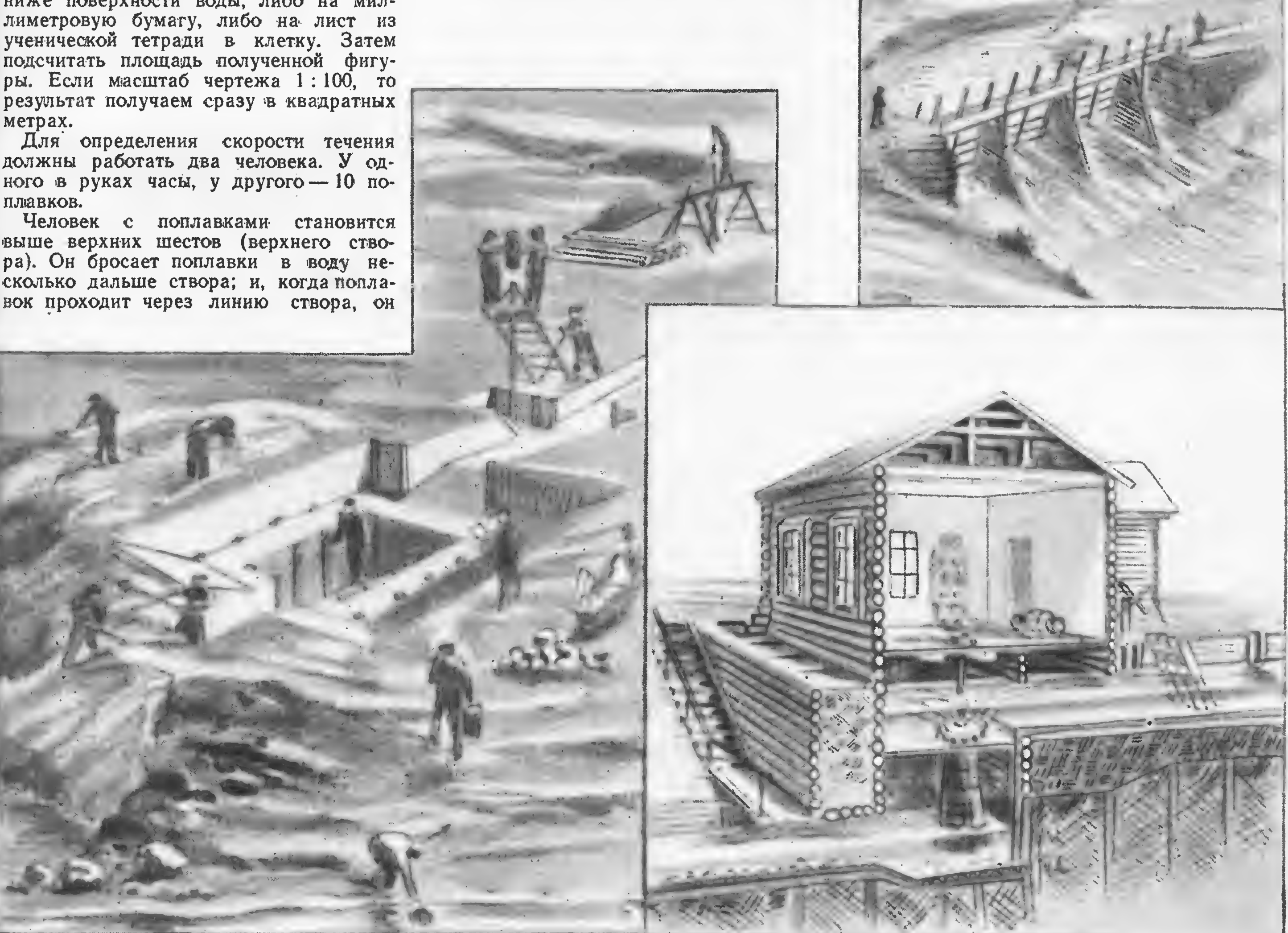
Рассмотрим конкретный пример определения мощности малой гидроэлектростанции: предположим, что площадь поперечного сечения потока — 2 квадратных метра, а среднее время движения поплавка — 20 секунд. Разделим 10 (длину участка) на 20 (среднее время движения поплавков) и умножим это на поправочный коэфициент 0,8. По этой формуле выйдет, что скорость движения всего потока — 0,4 метра в секунду.

Теперь определим секундный расход реки. Для этого 2 (площадь поперечного сечения) помножим на 0,4 (среднюю скорость потока). Полученная цифра показывает, что река расходует за секунду 0,8 кубических метра. Предположим, что уровень воды поднят плотиной на 3 метра. Определим мощность ГЭС, умножив 0,8 (секундный расход реки) на 3 (высоту уровня воды) и 6,5 (коэфициент, который является необходимым членом этой формулы; он меняется в зависимости от потерь энергии в машинах). Мощность будет равна приблизительно 16 киловаттам.

Так как уровни в реке, а следовательно и расходы, меняются в течение года, то для определения расчетного расхода ГЭС надо узнать ту величину расхода, которая характерна для реки большую часть года. Эти данные можно получить на гидрометрической станции, а если ее поблизости нет, то своими силами. Для этого расход воды измеряется в такое время года, когда горизонт воды в реке наиболее низок. Умножим полученную величину расхода на 4, получим приблизительно требуемые данные. Теперь будущие строители знают примерный расчетный расход реки, который может быть принят для расчета мощности гидроэлектростанции.

Обратимся к таблице турбин. Для напора в 3 метра и расхода в 0,8 кубического метра в секунду может быть принята турбина диаметром 590 миллиметров, или, как принято писать по номенклатуре, Ф-20 ВО-59. Мощность такой турбины — 16,3 киловатта.

Гидростанция может работать на



этой мощности круглосуточно, пока поступает расчетный расход. В условиях сельского хозяйства нет нужды в круглосуточной работе ГЭС. Когда гидростанция стоит часть суток или работает не на полную мощность, излишняя вода сбрасывается бесполезно.

Поэтому, если вблизи селения имеется достаточно большой пруд, мощность ГЭС можно повысить за счет увеличения расчетного расхода.

Если принять в нашем примере работу ГЭС в течение 12 часов в сутки, можно рассчитывать на большую турбину, имея в виду, что для ГЭС может подаваться в течение полусуток удвоенный расход воды, то есть не 0,8 кубического метра в секунду, а 1,6 кубического метра в секунду (первую половину дает ежесекундно река, а вторая поступает дополнительно из запасов в пруде).

Располагая большим расчетным расходом, можно установить на гидроэлектростанции более мощную турбину, например Ф-20 ВО-84, с диаметром в 840 миллиметров. Определяя мощность этой турбины, нужно иметь в виду, что в процессе работы ГЭС напор будет понижаться, так как станция сработает воду и ту, что приносит река, и ту, которая запасена в пруде. Для малой ГЭС величина колебания напора должна быть не более 0,25 метра.

После того как выбрана турбина для ГЭС, известны ее мощность и число оборотов в минуту, приступают к выбору генератора. Наиболее подходящие генераторы для малых ГЭС — с напряжением 420—230 вольт. Мощность генератора должна быть на 5—10 процентов меньше мощности турбины. Вызывается это тем, что часть мощности турбины теряется на передаче к генератору.

Подобрав для будущей гидроэлектростанции материал и оборудование и установив ее мощность, нужно снять план строительного участка в крупном масштабе, принимая 5 метров за один сантиметр. План поможет достаточно правильно и удобно расположить плотину и здание станции. Так делается проект, по которому впоследствии ведутся строительные работы.

По проекту производят разбивку габаритов сооружений на местности. Вначале разбивают основную ось плотины и закрепляют ее на обоих концах столбами, которые называются реперами. От основной оси разбивают контуры остальных сооружений и отмечают их кольями.

Репера должны сохраняться на протяжении всего строительства. Они служат контрольными точками для определения габаритов сооружения.

Строительство плотины разбивается на две очереди. Прежде всего строят земляные перемычки, которые должны отгородить примерно половину русла. Перемычки, смыкаясь с берегами, закрывают доступ воды на строительную площадку. Воды реки отводятся по другой половине русла. За перемычками роют котлован. На его дне, если основание свайное, разбивают местоположение свай, а если основание ряжевое — то ряжевых стенок. По разбивочным линиям сваи забиваются в грунт с помощью ручной бабы или копра. После этого уже возводится верхняя часть сооружения.

По окончании этих работ можно переходить к строительству второй очереди. Незаконченную плотину отгораживают временной деревянной стенкой и воду реки пропускают через плотину, защитив перед этим участок земляными перемычками. Порядок строительства остается прежний. Построив окончательно плотину, через нее пропускают воду, разобрав перемычки. До окончания строительства отверстие плотины не перекрывают щитами.

Здание ГЭС в зависимости от того, как оно запроектировано, строится или в стороне от плотины, или прямо на одном из ее устоев. Во втором случае нижняя — подводная — часть ГЭС строится одновременно с устоем плотины. Если же здание ГЭС располагается в стороне, к нему подводится канал, по которому вода будет подаваться к турбине. Приступая к строительству здания ГЭС, где будет установлена турбина, намечают подводящий канал.

Для малых ГЭС канал не следует делать длиннее 50—70 метров. Глубина воды должна быть приблизительно 0,8—1,2 метра, а ширина по дну — 1—1,3 метра, уклон же дна — 5—10 сантиметров на 100 метров.

При постройке станции особое внимание надо обратить на выполнение работ по турбинной камере. Она должна быть водонепроницаемой, плотно пригнанной, чтобы рабочая вода не терялась непроизводительно. Заглублять дно турбинной камеры нужно так, чтобы турбину прикрывал слой воды толщиною не менее 90 сантиметров. Иначе в турбину может проникать воздух (что снижает мощность ГЭС).

Дно турбинной камеры в зависимости от напора располагается на высоте 1,5—2 метров над нижним уровнем реки. На дне камеры устанавливаются две существенно важные детали турбины: рабочий и регулировочный аппараты. Следующая ответственная деталь — всасывающая труба — располагается под дном турбинной камеры.

По всасывающей трубе вода стекает в отводящий канал. Труба должна быть плотно пригнана к днищу турбины. Роль всасывающей трубы почти уничтожается, если в нее проникает воздух в месте соединения с турбиной или в нижнем конце, если он уходит под воду меньше, чем на 30—40 сантиметров. Чтобы вода достаточно прикрывала нижний конец трубы, внизу отводящего канала делают углубление — приямок. Всех этих указаний нужно придерживаться особенно строго. Без всасывающей трубы рабочий напор турбины будет значительно ниже.

Приступая к монтажу оборудования, лучше всего пригласить опытного механика.

В то время, когда строятся основные сооружения, можно одновременно проводить высоковольтные линии электропередач и устанавливать повысительный трансформатор, который повышает напряжение до 6 000 вольт для передачи энергии на несколько километров.

От высоковольтной сети через понизительную подстанцию энергия подается потребителю через низковольтную сеть. Если потребитель находится очень близко — на расстоянии до километра, передачу энергии можно осуществить на генераторном напряжении.

Для строительства малых ГЭС, мощностью в 15—20 киловатт, потребуется приблизительно 400 кубических метров древесины для плотины и 200 кубических метров для здания.

Стоимость одного киловатта мощности ГЭС — 10—15 тысяч рублей, то есть ГЭС мощностью в 15 киловатт будет приблизительно стоить 225 тысяч рублей. Около 50 процентов этой суммы приходится на стоимость плотины. Стоимость же турбины — 15—25 тысяч рублей. Киловатт-час энергии таких малых ГЭС стоит 30—60 копеек.

Во многих уголках Советского Союза по инициативе сельских комсомольцев и колхозников строятся малые гидроэлектростанции. Это дело большое, нужное и не такое уж трудное, если взяться за него с охотой.



ЧЕЛОВЕК РЕАЛЬНОЙ МЕЧТЫ

В. СЫТИН

(Окончание [1])

СВЕТЛЫЙ ДЕНЬ

Теперь все представлялось Циолковскому по-иному. Широкий размах долины Оки казался еще шире, воздух прозрачнее, полет длиннокрылых стрижей стремительней, трава на лугах и листва вязов загородного сада сочнее и гуще...

— Наступил светлый день, — говорил Константин Эдуардович родным и друзьям. — Да, да... светлый день для меня, старика, и для всех, всех. О! теперь человечество шагнет...

Вокруг него теперь были иные люди — советские люди. И они помогли воле Циолковского преодолеть личное горе.

Из папок были извлечены старые работы о дирижабле и ракете. Прежде всего ученый хотел передать новой общественности то, что было погребено старой.

Академии, Калужское общество изучения природы, Ассоциация натуралистов, журналы, газеты живо заинтересовались этими работами. В Калугу стали приезжать воздухоплаватели и инженеры. Почтальон с каждым днем приносил все больше писем. Известные ученые и простые рабочие обращались к Циолковскому с просьбами рассказать о его изобретениях.

К Циолковскому быстрыми шагами шли слава и всенародное признание.

Но не только это радовало бывшего калужского учителя.

Однажды к нему в дом постучался сухощавый человек в полувоенной гимнастерке.

— Инженер Цандер, — назвал он себя.

— Здравствуйте! И не рекомендуйтесь. Не надо... Все равно не слышу, — ответил ему открывавший дверь Циолковский. — Вот пройдемте ко мне наверх... Там все расскажете...

Наверху, в светелке, служившей ему кабинетом, ученый усадил гостя, сел в кресло рядом и, приставив к уху трубу-рупор, спросил, не голоден ли он.

И только после категорического отказа Цандера откушать «что есть в доме» Циолковский поинтересовался, кто он и зачем пожаловал.

— Ваши идеи реактивного движения волнуют меня, — сказал Цандер. — И не только меня. Еще несколько инженеров и студентов старших курсов также хотят заняться изучением нового типа двигателя — ракеты. И мы организуем в Москве ГИРД — Группу изучения реактивного движения при Авиахиме — группу ваших учеников.

— ГИРД, — улыбнулся Константин Эдуардович. — Такое придумали! ГИРД...

И вдруг заволновался, зажмурился и некоторое время сидел неподвижно и молча.

Цандер также смущенно молчал.

— Хорошо, — наконец, снова заговорил ученый, — хорошо... Спасибо вам, батенька мой. Вот сейчас я первый раз в жизни начинаю видеть, что в недалеком будущем люди полетят за пределы атмосферы... люди двадцатого века... люди светлого дня... Разве один я или несколько друзей смогли б сделать то, что надо?

Группа изучения реактивного движения при Авиахиме начала жить. Вскоре у Циолковского появились ученики и последователи в Москве и Ленинграде, Харькове и Ростове, которые разрабатывали «богатую жилу», выражаясь словами рудокопов, его теоретических изысканий в области реактивного движения.

Развернулась работа и по реализации другой идеи ученого — проекта цельнометаллического дирижабля.

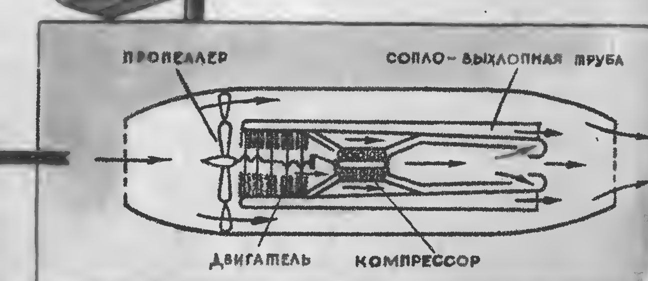
ПЕРВЫЙ ШАГ

В светелке-кабинете Циолковского также закипела творческая деятельность.

Ученый почти не позволял себе отдыхать. Лишь изредка он совершал прогулки на велосипеде за город по любимым местам — за речку Яченку, в луга, в бор.

Циолковский писал статьи, пропагандируя свои прежние изобретения — дирижабль и ракетные летательные аппараты, консультировал инженеров, которые начинали создавать советские дирижабли, работал с товарищами Цандера и другими энтузиастами реактивной техники.

Одновременно он создавал новые проекты и писал новые научные исследования.



Циолковский предложил стратоплан, у которого воздушный винт и мотор помещаются в сигарообразном сквозном корпусе. Как известно, в современных реактивных стратопланах широко используется этот принцип

Например, Циолковский разработал проект так называемой «сложной ракеты».

Сущность его заключается в следующем.

Для того чтобы реактивный летательный аппарат смог преодолеть силу притяжения Земли и вырваться в космическое пространство, он должен совершить огромную работу, — ракету надо зарядить очень большим количеством горючего. Даже в том случае, если горючее будет исключительно высокой теплотворной способности, оно должно составлять в такой ракете более 95 процентов ее массы. А это создает огромные трудности для практического осуществления межпланетного корабля.

И вот Циолковский, чтобы облегчить эти трудности, предложил проект сложной, или составной, ракеты. Такая ракета, по мысли изобретателя должна состоять из многих отдельных, но связанных в единый аппарат частей — сегментов. В полете, после того как первая пущенная в действие ракета-сегмент израсходует все горючее, она автоматически отцепляется, а облегченную систему начинает толкать вперед вторая ракета, и т. д. Таким образом, по расчетам ученого, можно добиться нужного наращения скорости.

[1] Начало см. в № 8—9.

Ряд интересных изобретательских предложений внес Циолковский и для того, чтобы облегчить создание своего дирижабля.

Но этими работами не ограничивается творчество Циолковского в последние годы его жизни.

Циолковский не раз говорил, что полет вне Земли — дело будущего и что, прежде чем человек освоит межпланетное пространство, ему надо завоевать верхние слои атмосферы.

— Полеты в стратосфере — первый шаг к звездам, — шутил ученый.

Именно поэтому он очень интересовался работой иностранных ученых, занимающихся изучением стратосферы, например полетами бельгийского профессора Пикара и особенно работой советских исследователей и воздухоплавателей.

Он пришел в восторг, когда 30 октября 1933 года наш стратостат «СССР-1» поднялся на высоту в 19 километров. «Ура СССР», телеграфировал Циолковский в Москву героическому экипажу стратостата, а на первую Всесоюзную конференцию по изучению стратосферы прислал свой доклад «О высоте, достижимой стратостатами».

В 1932 году был опубликован труд ученого «Стратоплан полуреактивный».

В этом труде Циолковский выдвигал идею использования в самолете не только тянущей силы воздушного винта, но и силы отдачи (реакции) выхлопных газов, рождающихся при работе авиамотора.

Исключительно интересно конструктивное решение стратоплана Циолковского. Воздушный винт и мотор он предлагает поместить в фюзеляже — сигарообразном корпусе, а для экипажа строить отдельные герметические гондолы. Эта идея Циолковского была широко использована конструкторами впоследствии.

Посмотрите на схему современного стратоплана с реактивными моторами: она очень напоминает ту, которая была предложена замечательным ученым.

ЗАВЕЩАНИЕ

Первого мая 1933 года над колоннами праздничных демонстраций в Москве и Ленинграде прозвучало приветствие семидесятипятилетнего старца из Калуги по радио:

«Привет вам, — говорил Константин Эдуардович. — Представляю себе Красную площадь столицы. Сотни стальных стрекоз вьются над головами идущих колонн. Низко-низко проплывают дирижабли — мечта моей юности, исполнение заветных моих фантазий, пожалуй, некий результат моих ранних работ...

Теперь, товарищи, я точно уверен в том, что и моя другая мечта — межпланетные путешествия, — мною теоретически обоснованная, превратится в действительность...

Да, да, все выше и выше забираются большевики на пользу человечества, для того чтобы каждый пролетарий, будь то немец, японец, китаец, негр, так же радостно, смело, весело, как вы, мог справлять первомайский пролетарский праздник. Сердечный привет вам!»

Только два первомайских праздника пришлось встретить еще Константину Эдуардовичу Циолковскому.

Весной 1935 года он почувствовал резкое ухудшение здоровья. Ученому не сказали, что дни его сочтены. Но он сам понимал это. И, несмотря на жестокие страдания, продолжал интенсивно работать, желая сделать как можно больше на последнем этапе жизни, высказать все еще не высказанное.

Гигантская воля и всегдашнее стремление отдавать свое творчество делу прогресса, делу трудящихся толкали его на самоотверженный труд даже на смертном одре.

В августе 1935 года Циолковский писал автору этих строк, что он «очень слаб и болен». Но к письму прилагал «статью, еще не напечатанную», статью, озаглавленную: «Авиация, воздухоплавание и ракетоплавание в XX веке».

В этой замечательной работе ученый делает вдохновенный прогноз развития тех отраслей техники, которые многим обязаны его гению.

В начале сентября Циолковский почувствовал себя совсем плохо. Московские профессора, прилетевшие в Калугу, предложили операцию, хотя она и не могла обеспечить выздоровление. Врачи надеялись лишь облегчить страдания ученого и несколько продлить его дни.

На 7 сентября было назначено перевезти Циолковского в больницу. Этот день и был последним, когда он работал.

Все утро, лежа в постели, он с помощью дочери разбирал рукописи и раскладывал их по папкам, по разделам...

Операция была сделана на следующий день. Но отсрочить конец врачи не могли. 13 сентября Циолковский выразил желание сделать завещание на все свои научные труды и изобретения. И он продиктовал письмо, которое каждым своим словом волнует до глубины души:

«ЦК ВКП(б) — вождю народа
товарищу СТАЛИНУ.

Мудрейший вождь и друг всех трудящихся, товарищ Сталин!

Всю свою жизнь я мечтал своими трудами хоть немного продвинуть человечество вперед. До революции моя мечта не могла осуществиться. Лишь Октябрь принес признание трудам самоучки; лишь Советская власть и партия Ленина—Сталина оказали мне действенную помощь. Я почувствовал любовь народных масс, и это давало мне силы продолжать работу, уже будучи больным. Однако сейчас болезнь не дает мне закончить начатого дела.

Все свои труды по авиации, ракетоплаванию и межпланетным сообщениям передаю партии большевиков и Советской власти — подлинным руководителям прогресса человеческой культуры. Уверен, что они успешно закончат эти труды.

Всей душой и мыслями Ваш, с последним искренним приветом всегда Ваш

К. Циолковский.

13 сентября 1933 года».

Товарищ Сталин ответил Циолковскому телеграммой:

«Знаменитому деятелю науки
К. Э. Циолковскому.

Примите мою благодарность за письмо, полное доверия к партии большевиков и советской власти. Желаю Вам здоровья и дальнейшей плодотворной работы на пользу трудящимся.

Жму Вашу руку.
И. СТАЛИН».

Циолковский был в полном сознании и очень обрадовался, когда ему прочитали ответ товарища Сталина.

— Я хочу еще раз обратиться к нему, — сказал он, — запишите... И он продиктовал:

«Москва. Товарищу СТАЛИНУ.

Прочитал Вашу теплую телеграмму. Чувствую, что сегодня не умру. Уверен, знаю — советские дирижабли будут лучшими в мире. Благодарю, товарищ Сталин».

Затем, прочитав записанное под диктовку, ученый попросил карандаш и дописал слова:

«Нет меры благодарности.
К. Циолковский».

Это были последние записанные им слова.

19 сентября радио разнесло по миру, что в городе Калуге умер Константин Эдуардович Циолковский, человек дерзновенной, но реальной мечты, знаменитый деятель науки, ученый и изобретатель, которым вечно будет гордиться наш народ.

...Прошло одиннадцать лет.

За эти годы ученики и последователи Циолковского сделали немало. Советская авиация доказала свое могущество и рекордами в мирное время и победами в годы Великой отечественной войны.

Враг изведал силу советской науки и техники, пионером которых во многом был Циолковский.

Вспомним стаи огненных птиц — мин «катюш», ракетных снарядов, созданных на основе работ ученого.

А теперь, когда советские люди с воодушевлением творят дело великого нового сталинского пятилетнего плана, снова и снова мы вспоминаем Циолковского, его идеи, его исследования.

Товарищ Вознесенский на Первой сессии Верховного Совета СССР сказал:

«История нашей Родины знает много новаторов и революционеров науки и техники, сделавших открытия мирового значения. Достаточно упомянуть Попова..., Менделеева..., Жуковского..., Циолковского — выдающегося ученого и изобретателя, разработавшего теорию реактивного движения, лежащую в основе современной реактивной техники, и опередившего появление подобных исследований за границей».

Над могилой Константина Эдуардовича Циолковского в Загородном саду, в Калуге, на той самой любимой им полянке, где он впервые заговорил о реальности полета в космическом пространстве, воздвигнут памятник.

К зениту устремляется стройный обелиск. На постаменте его высечены слова ученого:

«Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство...»

Не может быть сомнения — рано или поздно это пророчество ученого осуществится. А до этого реактивная техника будет освоена для того, чтобы использовать ее на облегчение условий труда, на развитие транспорта, на достижения больших скоростей полета в стратосфере. Сделаем первый шаг к звездам.

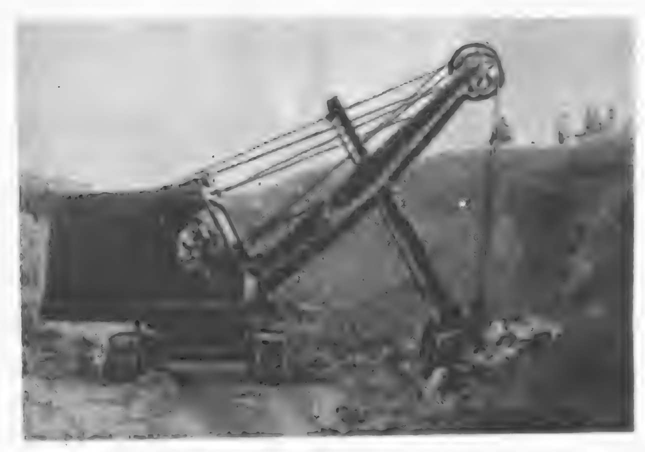
У нас для этого есть все: любовь народа к тем, кто творит и дерзает, внимание к ним партии большевиков, советского правительства и товарища Сталина.

ЗАМЕТКИ О ТЕХНИКЕ

ЭКСКАВАТОР-КРАН

Ковровский экскаваторный завод выпустил первый опытный образец нового экскаватора-крана заводской марки «Д-107». В качестве экскаватора он предназначается для земляных работ небольших масштабов, в основном на строительных участках. Ковш его вмещает полкубометра земли. Будучи оборудован лопатой, он может черпать грунт в радиусе до 8 метров и разгружать ковш на высоте до 4,6 метра. Экскаватор передвигается на гусеницах. Кабина его со всеми механизмами и ковшом может делать полный поворот по кругу.

Новый экскаватор значительно легче прежних машин подобного типа. Вместо 26 тонн он весит 19 тонн. Облегчение веса произведено за счет небольшого уменьшения общих размеров машины и рационального использования металла. Управление всеми операциями в новом экскаваторе не ручное, а гидравлическое. Это облегчает труд машиниста и значительно увеличивает его производительность. За одну минуту он может давать до пяти ковшей земли.



Прежние экскаваторы подобного типа имели двигатель в 74 л. с. На новом экскаваторе установлен дизель в 80 л. с.

Новый экскаватор может работать так же, как и подъемный полноповоротный кран. Для этого вместо обычной стрелы и ковша лопаты на нем устанавливается крановая стрела длиной 10 метров (удлиненная — до 18 метров). Максимальная грузоподъемность крана составляет 10 тонн при высоте подъема до 8 метров.

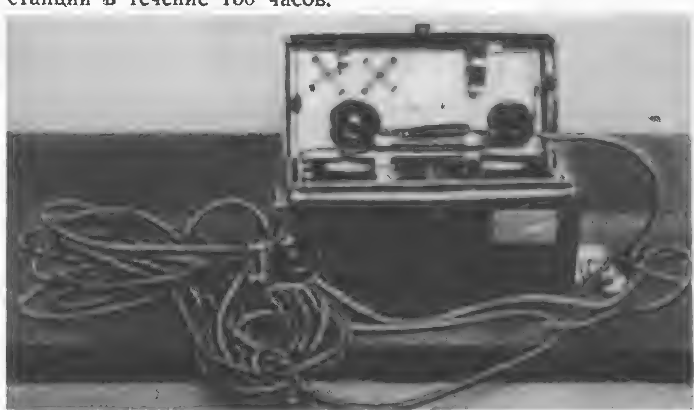
К новому экскаватору будет сделано 8—10 дополнительных деталей для производства всевозможных земляных и строительных работ: рытья канав, каналов, карьеров, трамбовки земли, забивки свай и т. п.

Новый легкий универсальный экскаватор найдет себе широкое применение на восстановительных работах.

ПЬЕЗО-ТЕЛЕФОН ВОДОЛАЗА

Человек, работающий под водой, находится в весьма стесненных условиях, поэтому все приборы, которыми он пользуется, должны быть удобны и портативны. Сейчас водолазу для телефонной связи приходится надевать на голову наушники, а на шее у него болтается разговорная трубка. Это оборудование очень связывает его движения. Работник Главного военного речного управления В. А. Новицкий сконструировал новую портативную телефонную станцию, работа которой основана на пьезо-эффекте. Вместо наушников и телефонной трубки в скафандр водолаза вделан небольшой пьезо-элемент. Он служит одновременно телефоном и микрофоном и совершенно не мешает работе водолаза.

На берегу или на борту парохода располагается телефонная станция. Она состоит из деревянного ящичка, по размерам не более обычного патефона, и пьезо-электрической телефонной трубки. В ящике смонтирован усилитель низкой частоты, состоящий из двух электронных ламп очень малых размеров. Здесь же находится питание станции: анодная батарея «БАС-60» и сухой элемент «3С», напряжением в 1,5 вольта. Это питание обеспечивает непрерывную работу станции в течение 150 часов.



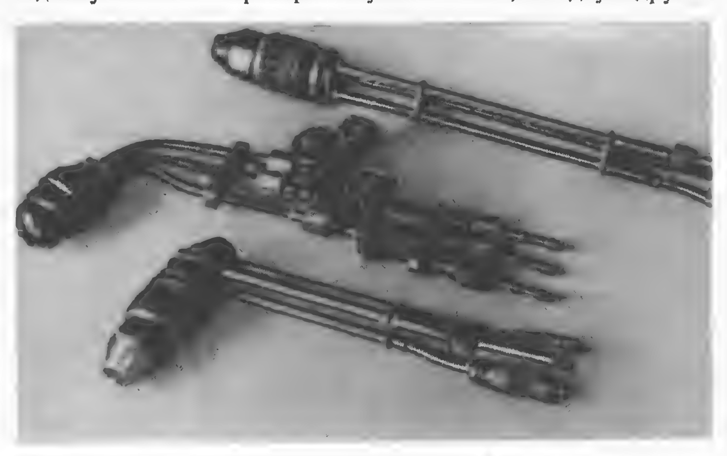
На ящике станции располагаются разговорный клапан, штепсель и клемма для присоединения подводного кабеля.

Если разговорный клапан не нажат, пьезо-элемент водолаза подключен к входу усилителя и выполняет функции микрофона, а два пьезо-элемента трубки телефониста работают в качестве телефона. Таким образом станция подготовлена к приему речи водолаза.

При нажатии разговорного клапана пьезо-элемент водолаза присоединяется к выходу усилителя и превращается в телефон, а трубка телефониста присоединяется к входу усилителя и выполняет роль микрофона. Станция подготовлена к передаче речи телефониста. Новая станция отличается исключительно хорошей чистотой и громкостью разговора.

РЕЗКА МЕТАЛЛА ПОД ВОДОЙ

Во время войны много мостов и сооружений было подорвано и потоплено в воде. Удобнее было бы разрезать металл на куски и поднимать затонувшие фермы по частям. Для этой цели в Министерстве речного флота изготовлен специальный подводный резак. Он режет металл пламенем от сгорания смеси кислорода с бензином в кислородной среде. Резак представляет собою небольшой прибор, внешне напоминающий электропаяльник. Он имеет три патрубка: по одному из них в прибор поступает бензин, по двум другим



кислород — для резания и для предварительного нагревания бензина. Кислород для резания поступает по трубке сразу в камеру сгорания. Бензин же распыляется и, перейдя в газообразное состояние, поступает в особый смеситель. Здесь он встречается с кислородом, подогревается, и затем уже согретые газы попадают в камеру сгорания. Предварительное подогревание газов увеличивает температуру режущего языка пламени.

Прибор питается от специальной установки. Она состоит из кислородных баллонов, баллона с бензином и соединенного с ним баллона с азотом. Бензин нагнетается азотом, находящимся в баллоне под высоким давлением.

Резак поджигается на воздухе, после чего его необходимо немедленно опустить под воду.

Полосу металла толщиною в 10 миллиметров резак режет со скоростью 300—400 миллиметров в секунду.

ИСПЫТАНИЕ КРУЧЕНИЕМ

Прочность железобетона зависит в значительной степени от прочности закладываемой в него арматурной стали. Степень прочности стали определяется на разрыв с помощью особых машин большой мощности. Нередко бывает необходимо испытать и рассортировать сталь непосредственно на стройплощадках. Для полевых условий сконструирован очень простой переносный прибор, определяющий прочность стали



не растяжением, а кручением. Испытываемый стальной стержень сгибают в виде буквы Z. Один конец его зажимают в обычные слесарные тиски, другой вкладывают в небольшой хомут. Поверх хомута надевается рамка с длинными рукоятками. Между рамкой и хомутом находится динамометр. При надавливании на рукоятки скручивающие усилия через динамометр и хомут передаются образцу. Сопротивление образца на скручивание отмечается стрелкой динамометра. Как только усилия окажутся больше прочности стали, образец перестает сопротивляться, ворот будет проворачиваться свободно, и стрелка динамометра остановится на указании максимального усилия. По величине отмеченного деления находят степень прочности стали. Новый прибор был испытан в Научно-исследовательском институте промышленных сооружений и дал хорошие результаты.

НОВАЯ ТАЧКА

Механик треста Моспромстрой Н. В. Козлов сконструировал одноколесную тачку большой грузоподъемности, предназначенную для перевозки строительных блоков и кирпича. Вместо обычного колеса в передней части тачки он сделал колесо значительно больших размеров и установил его посредине грузовой площадки так, что центр тяжести груза располагается над колесом тачки. Большие размеры колеса и хорошее распределение груза позволяют нагружать новую тачку вдвое тяжелее, чем обычную. Проходимость и маневренность ее значительно лучше. Это позволяет пользоваться тачкой без катальных досок.



Благодаря тому, что погрузочные площадки расположены ниже оси, а груз находится по обеим сторонам колеса, тачка хорошо уравновешивается.

Кронштейн, несущее колесо и весь каркас тачки согнуты из газовых труб толщиною 25 миллиметров, колесо, диаметром 600 миллиметров, сделано из полосового железа и стальных спиц. Изготовить новую тачку может любая мастерская, где есть токарный станок и электросварочный аппарат.

СТАНОК ДЛЯ РАСТОЧКИ БЛОКОВ

При ремонте автомобильных и тракторных моторов важной операцией является так называемая расточка блоков. Она заключается в том, что на специальном вертикальном станке внутренней обработкой выравнивается поверхность сработанных цилиндров. Эта операция требует большой точности и аккуратности.



Коллектив Пятигорского моторемонтного завода по собственной инициативе изготовил опытный вертикально - расточный станок согласно чертежам, разработанным Министерством земледелия СССР.

Станок этой конструкции у нас изготовляется впервые. Он предназначен для авторемонтных мастерских и машинно-тракторных станций и допускает обработку автотракторных блоков и расточку гильз.

СВЕТЯЩИЕСЯ СПАСАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

По заказу Министерства речного флота оригинально и по-новому изготовлены кольца, шары и пояса для спасения утопающих.

Раньше эти приборы делали из импортной пробки. Теперь штамповкой их выгибают из тонких листов фибры. Получается очень легкий пустотелый прибор, хорошо плавающий на воде. По окружности колец и шаров светящейся краской нанесены широкие полосы. Как бы ни была темна ночь, утопающий издалека заметит брошенный ему светящийся спасательный прибор.

Шары для спасения связываются веревкой по парам. На воде веревка обычно опускается под воду, и утопающий не всегда может быстро обнаружить и схватиться за нее.



Внутри новых шаров укреплен небольшой свинцовый грузик. Благодаря этому они, подобно игрушке «ванька-встанька», всегда удерживаются в таком положении, что веревка находится над водой.

М. ИЛЬИН Рис. А. КАТКОВСКОГО



Машина планеты

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Путь воды

В подводном царстве

Два недоступных мира видели люди издавна, когда плавали по морю. Один был над ними, другой под ними. Один отражался в другом.

В оба эти мира вход людям был воспрещен под страхом смерти. В воздухе они могли дышать, но не умели летать. А в воде они умели плавать, но не могли дышать.

Прыгая с обрыва в воздух, они разбивались о дно воздушного океана. А прыгая в воду, они погибали, даже не достигнув дна.

Люди пробовали приучить себя к жизни в глубине воды, но даже самым опытным искателям жемчуга не удавалось пробыть под водой больше нескольких минут. Потолок был тут, у самых ног.

В воздушном океане сначала поднялись вверх люди с приборами, а потом уже приборы отправились путешествовать одни. В океане воды было наоборот. Здесь людям легче было спустить в глубину прибор, чем спуститься самим. В воздухе для этого нужен был легкий воздушный шар. Здесь же достаточно было привязать к прибору груз, хотя бы пушечное ядро.

Чтобы изучать воздух, люди отправляют наверх шары-зонды. А здесь, когда нужно изучать течения, каждая бутылка может, на худой конец, стать прибором. Для этого надо только хорошенько ее закупорить и засмолить.

Ледяные горы и обломки кораблей, запечатанная бутылка или просто какое-нибудь бревно носятся по волнам и рассказывают о своих дорогах. Но если бы океанографы пользовались только такими «приборами», они мало знали бы об океане.

Для исследования поверхностных течений и глубин было придумано немало сложных и хитроумных приборов: вертушки для измерения скорости течения, батометры для доставания проб из глубины, глубоководные термометры, глубомеры.

Есть и корабли, которые построены не для того, чтобы перевозить людей и грузы с берега на берег, а для того, чтобы годами плавать по океану и изучать его жизнь.

Не многим знакомы имена пловучих обсерваторий: «Челленджер», «Тускарора», «Витязь», «Метеор», «Книпович», «Персей».

«Витязем» командовал знаменитый исследователь морей адмирал Макаров, геройски погибший во время русско-японской войны.

Я видел большой труд, написанный адмиралом Макаровым. Этот труд называется: «Витязь» и Тихий океан. Гидрологические наблюдения, произведенные офицерами корвета «Витязь» во время кругосветного плавания 1886—1889 годов, и свод наблюдений над температурой и удельным весом вод северного Тихого океана». В книге сотни таблиц и много карт.

Просматривая бесконечные ряды цифр, поражаешься упорству моряков, которые в течение нескольких лет шесть раз в сутки измеряли температуру и удельный вес воды на поверхности моря, а иногда вели наблюдения каждые пять или десять минут.

Когда измеряли глубину и брали оттуда пробу, приходилось останавливать машину и убирать паруса. Тут было много работы и матросам и офицерам. «Весь экипаж корвета, — пишет адмирал Макаров, — принимал участие, когда приходилось ложиться в дрейф, и не было такого человека, которому в трехлетнее плавание не доставалось бы по нескольку десятков раз бегать на лине при вытаскивании батометра или щипцов с грунтом».

С любовью говорит адмирал о своих младших помощниках — мичманах, которые вели наблюдения и заносили цифры в журнал, не считаясь с погодой, с настроением моря.

Пусть многие страницы этого журнала носили следы дождевых капель, упавших с фуражки мичмана. Это было только лишним доказательством того, что мичман во время бури не отсиживался в каюте, а честно делал свое дело.

Все на корвете понимали, какую важную задачу им поручено выполнить. Вот что писал об этой задаче Макаров:

«Глубины океанов, а в особенности морей, остаются как будто под покрывалом. И каждый раз, когда наблюдатель опускает в глубину моря свой батометр для доставания воды, он делает отверстие в этом покрывале. Таких отверстий сделано еще очень немного. То, что видно сквозь эти отверстия, дает только легкое понятие о явлениях, происходящих в глубинах. И нужно еще много и много трудиться, пробивая в различных точках таинственное покрывало, чтобы верно определить общую картину распределения температур и соленостей воды на глубинах и сделать правильные заключения о циркуляции воды в морях и океанах...»

Старый моряк становился поэтом, когда писал о море, о таинственном покрывале, которое скрывает от нас жизнь подводного мира. Он понимал, что пройдет немало лет, прежде чем люди сдернут это покрывало. И годы шли.

Пловучие обсерватории странствовали по океанам, прощупывали толщу воды приборами, измеряли ее соленость, плотность, температуру.

Когда-то людям казалось, что волны и течения есть только на поверхности океана, а в темной глубине — покой, неподвижность.

И вот они послали туда разведчиков. Разведчики — приборы — возвращались и рассказывали о том, что они видели.

Они говорили, что в океане нигде нет покоя: там медленно вздымаются огромные подводные волны, там бегут подводные реки.

Человеческий глаз легко отличает волну на поверхности моря. Ведь там она отчетливо вырисовывается на фоне воздуха.

Но какой глаз мог бы увидеть волну, которая вздымается на границе между более плотным и менее плотным слоем воды? Какой глаз мог бы обнаружить эту границу между двумя слоями, этот «жидкий грунт», на котором подводная лодка лежит, как на дне?

Это могли увидеть только приборы.

Так изучали люди подводное царство, скрытое от их глаз. С давних пор они стремились проникнуть как можно глубже, достать до океанского дна. Это пытался сделать еще Магеллан. Его кораблям удалось обойти вокруг света. А до дна океана он так и не достал.

Вслед за ним — уже в начале XIX века — до дна океана попробовал достать русский мореплаватель Беллинсгаузен, плававший по Тихому океану на шлюпе «Восток». Но и ему это не удалось. В океане дно было так далеко, что казалось, будто его и нет.

В воздухе люди никак не могли добраться до пределов атмосферы. Там над каждым потолком оказывался новый простор.

А океан не мог быть бездонным. Дно где-то должно было быть. И все-таки, когда в океан погружали веревку с грузом, эта веревка — моряки называют ее «лотлинь» — разматывалась и

[1] Продолжение. Начало см. в №№ 1, 2—3, 4, 5—6, 7, 8—9.



уходила в воду метр за метром, а дна все не было: рука лотового не чувствовала удара лота о дно. Чем больше была глубина, тем толще должна была быть веревка, чтобы она не обрывалась от собственной тяжести. Для глубины в несколько километров даже толстый канат мог бы оказаться недостаточно прочным. Да и толку от такого каната было бы мало. Ведь чем он толще, тем труднее почувствовать толчок — удар лота о дно.

Нужно было изобрести новый прибор — глубомер — для таких глубин, каких еще никому не приходилось мерить. Его придумал русский ученый Ленц, плававший на шлюпе «Предприятие». Но потом об этом забыли, и глубомер был снова изобретен англичанином Томсоном.

Этот глубомер — сложная машина. Она сама тормозится и останавливается, когда лот достигает дна. И стрелки на циферблатах сами говорят, на какой глубине дно. Вместо веревки в этой машине стальная проволока. Но и глубомером не так-то легко и просто измерить океанские глубины.

И тут люди вспомнили о звуке. Звук гораздо быстрее может добежать до дна, чем веревка или проволочный лотлинь. Звук помог человеку добраться до недосягаемых высот. И он еще лучше справился с измерением глубин.

Посланный с корабля прямо вниз, звук отражается от океанского дна, как от зеркала, и возвращается назад. Прогулка звука продолжается секунды, он в воде мчится еще быстрее, чем в воздухе, пробегая по 1 400—1 500 метров в секунду. Гонец в подводное царство возвращается назад и рассказывает, на какой глубине он побывал. Достаточно посмотреть на секундомер и разделить число секунд на два, чтобы узнать, сколько времени звук идет в один конец. А там уж остается помножить на скорость, чтобы получить глубину.

Так люди добрались и лотом и эхолотом до океанского дна.

Одна экспедиция за другой ощупывали дно океанов. Перед глазами ученых возникали подводные горы, подводные долины и низменности. Ученые чертили карту подводного царства. На этой карте горы назывались «подъемами» и «порогами», а низменности — «котловинами».

Карта подводного царства запестрела названиями: «Зеленая котловина», «Бразильская котловина», «Порог пролива Дэвиса», «Подъем Рио-Гранде».

О подводном царстве когда-то рассказывали сказки. И вот появились карты подводного царства.

С каждым десятилетием все меньше оставалось белых пятен на этих картах. Все глубже проникал в океан человеческий взор, следя за тем, как материки продолжаются под водой материковой отмелью и как потом пологий склон доходит до величайших глубин.



Самая высокая гора на земле — Эверест — поднимается почти на девять километров, а самая глубокая котловина в океане — Филиппинская — опускается больше чем на десять километров.

Все яснее представляли себе люди океанские глубины. Но им хотелось посмотреть на подводное царство не глазами приборов, а собственными глазами.

Чтобы пройти сквозь волнистую крышу океана, человеку надо было позаботиться о том, чтобы в воде ему было чем дышать. Воздух пришлось подавать сверху по резиновому шлангу или брать с собой.

Но не успел человек пройти через первый потолок, как встретил второй. На глубине в десять метров давление воды удваивается, на глубине в двадцать метров утраивается. Когда человек поднимается в небо, давление снаружи падает. В море оно возрастает с глубиной. Вода сдавливает, сплющивает человека своей тяжестью.

Чтобы пройти через этот второй потолок, человеку пришлось надеть водолазный скафандр, который защищал его от натиска воды, словно скорлупа. Чем глубже, тем крепче должна была быть эта скорлупа. Но и для скафандра был свой потолок, свой предел, ниже которого в нем спускаться нельзя было.

И вот в глубину отправился герметический шар — батисфера. Человек снова взял с собой уголок своего привычного мира.

Этот человек — его звали Уильям Биб — сидел в батисфере, как в обсерватории среди приборов. Ему не приходилось нести на себе тяжелый шлем и латы скафандра. У него под водой был и электрический свет и телефон. Крепкие металлические стены его шарообразного дома выдерживали сотни атмосфер.

Батисфера шла все глубже. В ее круглые окна видно было, как меняется цвет воды: сначала вода была зеленая, потом у нее появился синий оттенок. Синий цвет делался все гуще, все темнее. Уже трудно было отличить, синий цвет у воды или черный. Все меньше дневного света проникало сквозь водяную толщу. И вот, наконец, на глубине в 600 метров свет погас; батисферу окружала ночь.

Но эта ночь не была непроглядной. Вокруг горели созвездия. Эти созвездия проплывали мимо окон, то приближаясь, то удаляясь. И когда они подходили ближе, видно было, как свет этих желтых, голубых, зеленых звезд освещает темное тело рыбы.

На небе созвездие Рыб только называлось так. А здесь рыбы и в самом деле были созвездиями.

Тут была рыба — «трехзвездный удильщик» — с тремя желтыми огоньками на трех стебельках, которые качались над ее спиной.

Тут была «пятилинейная рыба-созвездие», с пятью рядами желтых и пурпурных огней на каждом боку.

Иногда, сталкиваясь со стеклом иллюминатора, обитатели моря рассыпали вокруг себя снопы искр или скрывались в светящемся облачке.

923 метра — вот предел, до которого человеку удалось спуститься в батисфере.

Так люди осматривали глубины и собственными глазами и глазами приборов. Там, в этом подводном царстве, были подводные горы, подводные равнины, подводные реки, подводные растения и подводные животные. Это был целый мир, который жил одной жизнью. Там было все связано: поверхность и глубины, холодные воды у полюсов и теплые под тропиками; химический состав воды и живые обитатели водной толщи.

Достаточно было бы вынуть из цепи одно звено, чтобы вся жизнь океана была нарушена.

Что было, например, если бы мы в океане остановили течения — и наверху и в глубине?

В океане погибли бы все живые существа, — мировой океан стал бы мертвым океаном. Рыбы в глубине задохнулись бы от недостатка кислорода, а кислорода стало бы нехватать, потому что в океане прекратилось бы проветривание.

Мы все знаем, что даже на очень больших глубинах есть рыбы, и что они дышат кислородом. И мы даже не спрашиваем: а как же кислород попадает так глубоко? Как океан проветривается?

В шахтах, в глубинах земли люди устанавливают для проветривания вентиляторы. А какие вентиляторы установлены в подводном царстве?

Дело тут обстоит так. Зимой в наших краях вода охлаждается и делается тяжелее. Она опускается, а на ее место приходит сразу же другая, более легкая — из теплых краев. Получается колесо: вода в наших краях опускается и идет подводными течениями к экватору. А с экватора теплое и легкое течение идет по поверхности к нам.

Вот это-то колесо и проветривает, словно вентилятор, океанские глубины. В холодных краях вода берет с собой кислород; и чем она холоднее, тем больше она его может захватить. Подводное течение несет этот кислород к экватору. Оттого-то на экваторе такая богатая жизнь в глубинах. А с экватора вода идет поверху обратно, в наши края, за новыми запасами кислорода.

Если остановить это колесо, этот гигантский вентилятор, — остановится и вся жизнь в подводном царстве.

Ведь вот же в Черном море не найдешь ни одной рыбы на глубине в 200 метров. Там вся вода пропитана сероводородом. Из всех живых существ там могут жить одни только серные бактерии, которым не нужен кислород. И все оттого, что Черное море расположено далеко от вентилятора, оно плохо проветривается, ему мало достается кислорода.

Но, остановив вентилятор, мы причинили бы вред не только обитателям глубин. Плохо пришлось бы и тем жителям океана, которые расселились наверху, вблизи от поверхности: у них не было бы недостатка в воздухе, но у них был бы недостаток в пище, в питательных солях.

Огромное колесо подводных течений доставляет с океанского дна наверх запасы азота, фосфора, кремния и многих других веществ для мельчайших водорослей верхнего этажа. Внизу на дне гниют останки существ, которые когда-то жили в океанской толще. Если бы мы остановили колесо течений, прекратилась бы подача удобрений для зеленых полей океана.

Погреба океана были бы переполнены останками, пищей, а наверху был бы голод.

Но зачем говорить о воображаемых катастрофах! Бывали и в действительности случаи, когда гигантская машина океана не то чтобы останавливалась совсем, а только слегка и не надолго меняла свой ход. И это сразу же нарушало всю жизнь океана.

В Тихом океане, у экватора, подходит к берегам Южной Америки теплое течение Эль-Нино. В январе 1925 года оно внезапно спустилось далеко к югу. И это сразу же потянуло за собой длинную цепь бедствий. Сначала стали гибнуть крошечные растения и животные, которые парят в верхнем этаже моря. Для них вода в 26 градусов была все равно, что кипяток. Вслед за ними стали погибать от голода те существа, которые ими питались.

Рыбы начали покидать эти воды, сделавшиеся мертвыми. А когда уходят рыбы, не остается пищи для морских птиц.

Бедствие, начавшееся в океане, охватило воздух и сушу. Рыбаки возвращались домой без улова. Над теплым океаном нависли сплошным покровом тучи.

Ветер нес тучи над сушей — и суша переставала быть сушей. Небывалые ливни обрушивались на нее, не давая ей передышки. Наводнения затопляли города, разрушали дома. Люди гибли в воде. И все это случилось оттого, что одно из океанских течений свернуло со своего обычного пути.

Но мировой океан — это только одна из трех сфер, трех оболочек Земли.

Малейшая перемена в одной сфере сразу отзывается на другой. Океан отражает в себе не только облака и лазурь, но и невидимую жизнь атмосферы.

На каждое дыхание ветра он отвечает рядами волн, на каждый вихрь откликается водоворотом. Стоит только давлению в атмосфере подняться на миллиметр, и сразу же вода в океане опускается на тринадцать миллиметров. Океан, как огромный барометр, отзывается на малейшее изменение давления. И там, где уровень опустился, в образовавшуюся впадину устремляется вода из тех мест, где уровень выше.





И все три сферы — литосфера, гидросфера и атмосфера — участвуют в одной общей работе, живут общей жизнью.

В этой работе есть свой ход, свой ритм. Гигантские колеса переносят воду из глубин гидросферы на поверхность и обратно. Гигантские колеса несут воду с океана на сушу и с суши в океан.

Великий круговорот

Когда осенней ночью мы прислушиваемся к шуму дождя за окном, мы и не представляем себе тот великий всемирный круговорот, который увлекает каждую каплю воды в нескончаемое путешествие по свету.

Две капли воды похожи, как две капли воды. Но как несходны бывают их пути, их судьбы.

Вечные странницы по суше, по океану и воздуху, эти капли бессчетное число раз меняли свой облик, прежде чем постучались к нам в окно осенней ночью. Они были и снежинками в небе, и кристаллами льда в ледяной горе, плывущей по морю. Они спускались в темные морские глубины и медленно просачивались по тонким трещинам в недрах земли.

Сейчас они пришли к нам с запада, из океана. Солнечные лучи проникли в океанскую толщу и заставили быстрее плясать и прыгать частицы воды. Многие из тех частиц, которые были на самом верху, доплясались до того, что выскочили из воды в воздух. А там их подхватил ветер. И воздушный поток понес их над океаном. Некоторые не добрались до суши и вернулись обратно в океан, а другие достигли материка.

И вот, собравшись в тяжелые капли дождя, они спускаются на наши крыши, на дорожки сада, на листву деревьев, где каждый листик — как зонтик. Что с ними будет дальше?

Одни снова пустятся в полет, когда дождь прекратится и пригреет солнце. Другие побегут в ручьи, а из ручьев в реки.

Им нужно будет время, чтобы добежать до речного русла. Первые отряды — из ближних мест — дойдут скоро. А те, которые упали на землю вдали от реки, доберутся до нее, может быть, только на другой день. Вы и думать забыли о дожде, уже и листва и крыши просохли, а дождевые капли все еще пробираются вниз, к реке. И каждый раз, когда проходит дождь, река отзывается на это, вода в ней сначала поднимается, а потом спадает. По реке проходит волна дождевого паводка.



Так у нас в городе, в метро, проходит человеческая волна, когда под вечер все спешат с работы домой.

Если у реки есть притоки, по притокам тоже идут волны. Бывает, что они сходятся вместе и образуют на реке одну большую волну. А по реке волна идет дальше к морю.

И через несколько дней или недель дождевые капли, которые сейчас падают с неба, добегут до океана, закончив свое странствие по круговому пути: океан — воздух — поверхность суши — океан.

А будут и такие, которые пойдут другой дорогой — проникнут в глубину почвы. Их судьбу труднее проследить

Что делается с дождевой водой, когда она попадает в почву?

Об этом много спорили ученые.

Некоторые ссылались на наблюдения французского физика Мариотта. Он следил в погребах Парижской обсерватории за каплями дождевой воды, которая просачивалась сквозь своды.

Казалось, тут все было ясно. Дождевая вода становится подземной водой. Подземная вода питает ключи. Ключи бегут в реки. А реки текут в океан.

Так замыкался круговорот:

океан — воздух — дождь — почва — ключ — река — океан.

Но другие возражали: почему же даже после самых сильных дождей ключи не делаются многоводнее? Не значит ли это, что у ключей есть какая-то другая статья прихода, которая не зависит от дождя?

Принялись разыскивать эту таинственную статью прихода. Стали снова разгадывать старую загадку: откуда ключи берут воду?

Ученый Фольгер дал на это такой ответ: таинственная статья прихода — это подземная роса. Кроме атмосферы, которая над нами, есть и другая, подземная атмосфера — под ногами у нас, в порах грунта. В эти поры проникает сверху воздух. Принесенная воздухом влага оседает в виде капель росы. Подземная роса собирается в струи и выбегает ключами наружу.

Так ученый нашего времени вернулся к мыслям Аристотеля. Ведь и Аристотель говорил, что вода не приходит в подземные пещеры сверху, а рождается там из воздуха. Только огромные пещеры Аристотеля уменьшились в теории Фольгера до размера крошечных пор.

Во времена Аристотеля теории редко проверялись расчетом, а в наши дни все подвергается испытанию числом. Попробовали рассчитать, сколько воздуха надо было бы ежесуточно вгонять в почву, чтобы он мог питать своей влагой ключи. Оказалось, что для этого нужен был бы воздушный слой в целый километр. Да притом еще потребовалось бы огромное давление, чтобы этакую массу воздуха прогнать сквозь крошечные поры. И если бы даже такая перекачка происходила, почва от этого разогрелась бы так сильно, что обжигала бы нам ноги.

Расчет привел к тому, что называется в математике — «приведение к абсурду».

Старая загадка оставалась неразрешенной до тех пор, пока за нее не взялся в 1919 году русский ученый Александр Лебедев. Он помирил последователей Мариотта с последователями Фольгера.

Правы и те и другие. У ключей две статьи прихода: одна всем видна, — это дождевая вода. А другую не всякий увидит, — это незримая, подземная роса.

В приходо-расходной книге ключей дождевая вода дает больший приход, чем подземная роса.

Но если так, то почему же все-таки вода в ключах не прибывает сразу даже после самых сильных дождей? Почему река отзывается на дождь, а ключ не отзывается? Потому что под землей вода движется совсем не так, как по земле. По земле она бежит, а под землей еле-еле ползет.

Вот эти дождевые капли, которые ручьями побежали к реке, доберутся до нее, может быть, еще сегодня. А их спутницы, избравшие себе подземную дорогу, будут ползти много недель, месяцев, а может быть и лет.

Если дождь выпадает где-нибудь около Тулы, вода пять или шесть лет будет пробираться по тончайшим ходам и трещинам к Москве, к скважинам артезианских колодцев, к нашим водопроводным кранам.

Новый мир открылся перед глазами ученых: мир подземных вод. Ученые увидели, что вода разными способами прокладывает себе путь под землей. Где просторно между комками земли, она быстро стекает с одного комка на другой; когда ей становится тесно, она медленно просачивается, заполняя все поры сплошным потоком. А если ей не удается заполнить поры, она облекает зерна грунта тончайшей пленкой. Вода идет из пленки в пленку, с зерна на зерно.

У этого медленного движения свои законы. И тут разница не только в скорости. По земле вода всегда бежит сверху вниз, туда, куда ее влечет сила тяжести. А под землей вода может подниматься наверх, вопреки своему весу. Тут воду движут другие силы: тепло и притяжение молекулы к молекуле.

Впрочем, и под землей вода бежит иногда так же быстро, как по земле. Это бывает там, где в толщах известняка пролегают просторные ходы.

Вода бежит по этим извилистым ходам подземными реками, разливается в пещерах подземными озерами.

Но и эта вода не уходит из великого круговорота. Иной раз из пещеры среди ущелий вдруг вырывается река. Иногда подземная река добирается до моря, так и не показавшись на белый свет. Подземное русло идет прямо к морскому дну. Мутным столбом поднимается речная вода среди прозрачной воды моря. И капитаны кораблей меняют курс, принимая за отмель эту муть подземного устья.

Так снова смыкается круг:

океан — воздух — суша — подземная река — океан.

Тысячами путей идут водяные капли на земле и под землей, в воздухе и в океане. По дороге они забегают в корни деревьев, поднимают наверх груз солей и, достигнув листьев, снова пускаются в полет.

Если им встречается мельничное колесо или турбина гидростанции, они мелют муку, зажигают в домах огни, приводят в ход машины.

Они орошают оазисы в пустыне или же, застряв в болоте, с трудом находят дорогу к осушительной канаве. Они бурлят в паровозном котле, они бегут по трубам в дома, они участвуют в превращениях на химическом заводе.

Тысячи дел проделывают они на своем пути, связывая воедино три великие сферы Земли — атмосферу, гидросферу и литосферу.

Достаточно было бы остановить круговорот воды, чтобы мертвой стала наша планета.

Но есть и другой великий круговорот в природе, без которого не было бы и первого. Это круговорот воздуха.

Ведь вся история водяных капель началась с того, что воздушный поток подхватил и понес с собой воду.

Воде и воздуху по пути, когда над землей бегут облака. Но вот вода рассталась с воздухом, побежала своим отдельным путем по речному руслу. Можно ли сказать, что теперь ей нет больше дела до воздушных потоков, которые идут над землей?

Нет, у водяных и воздушных рек всегда есть чем поделиться друг с другом. Они обмениваются и водой и теплом. То воздух отдает тепло воде, то вода отдает тепло воздуху.

Отчего реки замерзают поздней осенью и вскрываются весной?

Ни один самый ученый гидролог не мог бы этого понять, если бы он забыл о погоде, о жизни воздуха. Осенью погода делается холоднее. Холодные воздушные потоки идут над океаном, над сушей и отнимают тепло у воды.

У океана тепла много, он не замерзает. А у северных морей и рек меньше запас тепла. Они покрываются льдом.

Весной дело происходит наоборот. Теплые воздушные потоки отдают тепло воде. На равнинах тают снега. Оттаивает лед у речных берегов. Талые воды сбегают к реке, поднимают лед, разламывают его на куски. Начинается весенний ледоход. Так жизнь реки отражает в себе жизнь воздуха.

Науку о воде и воздухе делят обычно на две науки. Но это одна наука. Метеоролог не мог бы понять, что такое круговорот воздуха, если бы забыл о воде. А гидролог не мог бы разобраться в круговороте воды, если бы забыл о воздухе.

Круговорот воды и круговорот воздуха — это колеса одной и той же машины, которую приводит в ход могучий двигатель — солнце.

(Продолжение следует.)

ЗАДАЧИ

В ГОРОД НА ВЕЛОСИПЕДЕ

Дачник ехал в город на велосипеде. Проехав 3/5 расстояния, он был вынужден слезть с машины из-за лопнувшей шины. Поэтому остальные 2/5 времени он шел пешком.

Во сколько раз он шел медленнее, чем ехал?

ЧЕТВЕРО ЧАСОВ

Имеется четверо часов — стенные, настольные, будильник и ручные.

Стенные часы по сравнению с сигналом времени отстают на 2 минуты в час.

Настольные часы по сравнению со стенными идут вперед на 2 минуты в час.

Будильник по сравнению с настольными отстает на 2 минуты в час. Ручные по сравнению с будильником идут вперед на 2 минуты в час.

В 12 часов все часы были поставлены по сигналу времени.

Сколько будут показывать ручные в 18 часов сигнального времени?

ДВА ГРАЖДАНИНА

Два гражданина — один на лошади, другой на машине — выехали одновременно из деревни в город. Один из них молодой, другой — пожилой.

Через некоторое время выяснилось, что если бы пожилой проехал расстояние втрое больше, то осталось бы ему ехать вдвое меньше. Если бы молодой проехал расстояние вдвое меньше, то осталось бы ему ехать втрое больше.

Кто из них ехал на лошади — пожилой или молодой?

Переписка с читателями



Короткие справки

Направленность радиоволн

Можно ли осуществить направленную связь и радиолокацию на длинных радиоволнах?

Читатель *С. Иванов* (г. Архангельск).

Радиоволны любой длины, а кстати сказать, и свет — самые близкие родственники. Все они представляют собой электромагнитное излучение. Законы распространения их одни и те же. Во все стороны разбегаются от источника колебаний электромагнитные волны: световые лучи веером расходятся от лампы, радиоволны — от антенн.

Чтобы заставить их итти в нужном направлении, получить направленный пучок лучей, нужны особые устройства. Теоретически нет никакой разницы, строить ли такое направляющее устройство для того или иного вида электромагнитного излучения. Практически же соорудить такую систему гораздо сложнее для длинноволнового излучения, чем для коротковолнового.

Световой пучок иногда получают с помощью параболического зеркала. Можно воспользоваться зеркалом и для того, чтобы построить радиопрожектор. Однако такой прожектор должен иметь во много раз более крупное зеркало, чем световой. Чтобы зеркало хорошо собирало лучи в пучок, его размеры должны во много раз превышать длину волны того излучения, для которого оно рассчитано. Чем больше зеркало по сравнению с длиной волны, тем более острую направленность может оно дать. Для света годится самое маленькое зеркало — ведь длина световых волн измеряется десятитысячными долями миллиметра. Иное дело радиоволны. Уже даже для самых коротких, сантиметровых, радиоволн приходится брать зеркало диаметром в несколько метров. Антенны в виде параболических зеркал употребляются в «радарах». С их помощью удается получать пучки ультракоротких радиоволн, лучи в которых расходятся всего лишь на несколько градусов.

Для длинных же, километровых, волн зеркало должно было бы иметь диаметр в несколько километров. Построить такое зеркало — фантастическая затея.

В радиотехнике есть и иные способы получать направленные пучки. Один из них заключается в том, что к генератору присоединяют ряд прямолинейных антенн, расположенных в одной плоскости, параллельно друг к другу. Все антенны работают в такт. Волны, даваемые ими, накладываются друг на друга и образуют единый фронт. Близкий к этому способ используется в сложных, решетчатых, антеннах «радаров». Направленность создается согласованным определенным образом действием множества стержневых вибраторов, из которых состоят такие антенны.

Для коротких волн такие системы антенн построить нетрудно, так как антенны для этих волн имеют небольшую длину. Построить же громадную систему из антенн длиною в сотни метров (длина антенны должна равняться по крайней мере четверти длины волны) — сложнейшая техническая задача.

В радиолокации длинные радиоволны не применяются. Если бы даже и удалось осуществить острую направленность таких волн, то они все равно не употреблялись бы. Чтобы отыскиваемый «радаром» самолет, корабль и т. п. дал заметное радиоэхо, радиоволны должны иметь меньшую длину волны по сравнению с их размерами. Длинные же радиоволны пройдут мимо них, почти не отражаясь, подобно тому, как морские волны обтекают сваю, стоящую на их пути.

Читателям *Д. Братцеву* (д. Новинская), *В. Светличному* (ст. Алга) и многим другим.

Для детального ознакомления с вопросами проектирования и строительства малых гидростанций рекомендуем следующую литературу:

Поляков В. П. — Освоение малых рек и изучение гидрологического режима. Гидрометеоиздат, 1946 г.; Зубов И. Н., Козловская В. К. — Гидроэлектростанция малой мощности. Популярный справочник ГЭИ, 1941 г.; «Типовые проекты малых ГЭС, с упрощенным оборудованием». Гидроэнергопроект, 1946 г.; Златковский А. П. — Сельскохозяйственные гидроэлектростанции. Сельхозгиз, 1941 г.

По вопросам строительства гидростанций в ваших колхозах обратитесь в свое областное отделение «Сельэлектро».

***

Читателям *Вайнштейн* (г. Николаев), *А. Гамбарову* (г. Серов) и *Нечаеву* (совхоз «Канаш» Шепталинского района).

Чертежи маски для электросварщиков с автоматическим затвором светофильтра, описанной в нашем журнале, и подробности технологического производства ТЭЦ-цемента вы сможете получить в Бюро изобретательства Министерства по строительству предприятий тяжелой промышленности: Москва, Б. Черкасский пер., дом 10/11.



Технические рецепты

РЕСТАВРАЦИЯ СТАРЫХ НАПИЛЬНИКОВ

Читателю *А. Королеву* (г. Новосибирск).

Предварительно очистите напильник металлической щеткой от застрявших в насечке опилок.

Обезжирьте его поверхность, протерев ее бензином или спиртом. Затем опустите напильник в вертикальном положении в 15—30-процентный раствор серной кислоты. При этом не следует очищать поверхность напильника от образующихся пузырьков газа: они предохраняют режущие грани от растворения в кислоте. Через 15—30 минут процесс восстановления будет окончен. Остается промыть напильник раствором слабой щелочи (например соды).

ПОЧИНКА ЭЛЕКТРОПЛИТКИ

Читателю *Н. Петрову* (г. Астрахань).

Чтобы надежно срастить концы перегоревшей спирали, поступают следующим образом:

Берут кусочек алюминиевой проволоки (толщиной в 1—2 миллиметра, длиной 20—25 миллиметров) и оба конца ее сгибают крючками. Затем концы перегоревшей спирали навивают на эти крючки, которые потом сильно сжимают плоскогубцами, чтобы обеспечить плотный контакт.

СОСТАВ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ФАРФОРОВОЙ ПОСУДЫ

Читателю *А. Агапову* (г. Курск).

Обыкновенный творог хорошенько растирают до образования однородной массы, в которой не оставалось бы комочков. Продолжая растирать массу, к ней приливают крепкого нашатырного спирта. Когда масса достигнет густоты патоки, она готова. Этим составом смазывают места излома.

Затем, крепко прижав осколки друг к другу, связывают их веревкой. Сушить надо в теплом месте в течение суток.

САМОЛЕТ на почтовой марке

Изображения самолета, являющегося одним из быстрейших средств передвижения, часто встречаются на почтовых марках. Но самолеты стареют очень быстро, и спустя 10—15 лет мы можем увидеть только на картинках машины с замечательными по своему времени летными качествами. Немало изображений таких машин встречается в альбомах филателистов.

«АНТ-9»— цельнометаллический самолет конструкции А. Н. Туполева. Об этой машине в 1928 году писали газеты всего мира. Еще бы, эта многомоторная машина облетела всю Европу! Москва — Берлин — Париж — Рим — Лондон — Варшава — Москва — вот маршрут перелета первого советского многомоторного самолета, во время которого не произошло ни одной аварии.

Имя творца советских истребителей А. С. Яковлева известно сейчас всему миру. Почтовая марка сохранила изображение первого истребителя, спроектированного этим замечательным инженером. Истребитель «Я-7», построенный в 1932 году, развивал скорость в 330 км в час и являлся одним из самых быстроходных самолетов в мире. Глядя на эту изящную машину, можно узнать творческий почерк конструктора «ЯК-ов», но, сравнивая «Я-7» с «Я-9», одной из последних машин конструктора, мы видим, как изменилось лицо самолета за 14 лет.

Мотор воздушного охлаждения с большой площадью поперечного сечения, неубирающиеся шасси, подносы, соединявшие крыло с фюзеляжем, тормозившие полет «Я-7», отсутствуют у «Я-9».

Наша страна по праву считается родиной бомбардировочной авиации. Советские конструкторы бомбардировщиков с честью выдержали суровый экзамен войны. Тяжелые многомоторные самолеты Ильюшина и Петлякова бомбили отдаленные стратегические центры врага: Берлин, Кенигсберг, Бухарест и т. д.

Немало точных и сокрушительных ударов нанесли врагу пикирующие бомбардировщики Туполева и Петлякова. Конструктору Ильюшину удалось разрешить проблему, над которой около тридцати лет работали авиационные инженеры всего мира — он создал отличный бронированный штурмовик. «Ил-2» был прозван немцами «черной смертью».

Среди самолетов, участников Великой отечественной войны, мы встречаем машину, поставившую рекорд долголетия. Самолет «Поликарпов-2», созданный почти двадцать лет назад, отлично воевал, выполняя самые различные задания.

«По-2» корректировал огонь артиллерии, выполняя обязанность разведчика, поддерживал связь с партизанами, вывозил раненых с поля боя и прославился как ночной бомбардировщик с исключительной точностью бомбометания.



Пройдет пятнадцать-двадцать лет, и самолеты, изображенные на этих марках, станут достоянием истории, а их место займут новые, еще более совершенные машины, созданные конструкторами нашей великой авиационной державы.

ТИПЫ КОЛХОЗНЫХ ГИДРОСТАНЦИЙ

(См. 4-ю стр. обложки)

Типы гидростанций различаются по тому, каким способом создается водяной напор.

На равнинных реках со спокойным течением и малыми уклонами чаще всего строят приплотинные, или, как иначе говорят, русловые, гидростанции. Напор для их работы создается с помощью плотины, перегораживающей реку. Верхний рисунок изображает такой тип гидростанции. Здание самой гидростанции располагается непосредственно на плотине.

Возможно и другое размещение здания гидростанции. Гидростанция располагается в стороне от плотины, а вода к ней подводится с помощью канала. Отработанная вода с помощью другого канала отводится в нижнее течение реки. Такая разновидность приплотинной гидростанции описана в статье «Гидростанция на малой реке» и изображена на странице 22. На речках с крутым уклоном, текущих в горных районах, возможен другой способ создания сосредоточенного падения при помощи деривационных сооружений. На берегу реки сооружают канал, имеющий значительно меньший уклон, чем русло реки. Продвигаясь вдоль по каналу, вода оказывается на все более и более высоком уровне по отношению к воде, текущей вдоль русла.

Эту разницу уровней можно использовать для работы гидростанций, направив к ее турбинам поднятую деривационным каналом воду. При создании напора деривационным способом иногда требуется и сооружение плотины. Но в этом случае плотина имеет подсобное назначение. Она служит не для создания напора, а для обеспечения притока воды в канале при любых уровнях воды в реке. В середине обложки изображена такая деривационная гидростанция.

Деривационный способ создания напора применяется иногда и на равнинных реках в тех местах, где река образует большую петлю. Разница уровней верхней части петли и нижней иногда бывает достаточной для того, чтобы использовать ее для работы турбины. Прорыв канал между верхним и нижним течением реки, можно использовать падение воды в этом канале для работы гидростанции. Гидростанция, построенная по этому принципу, изображена на нижнем рисунке.

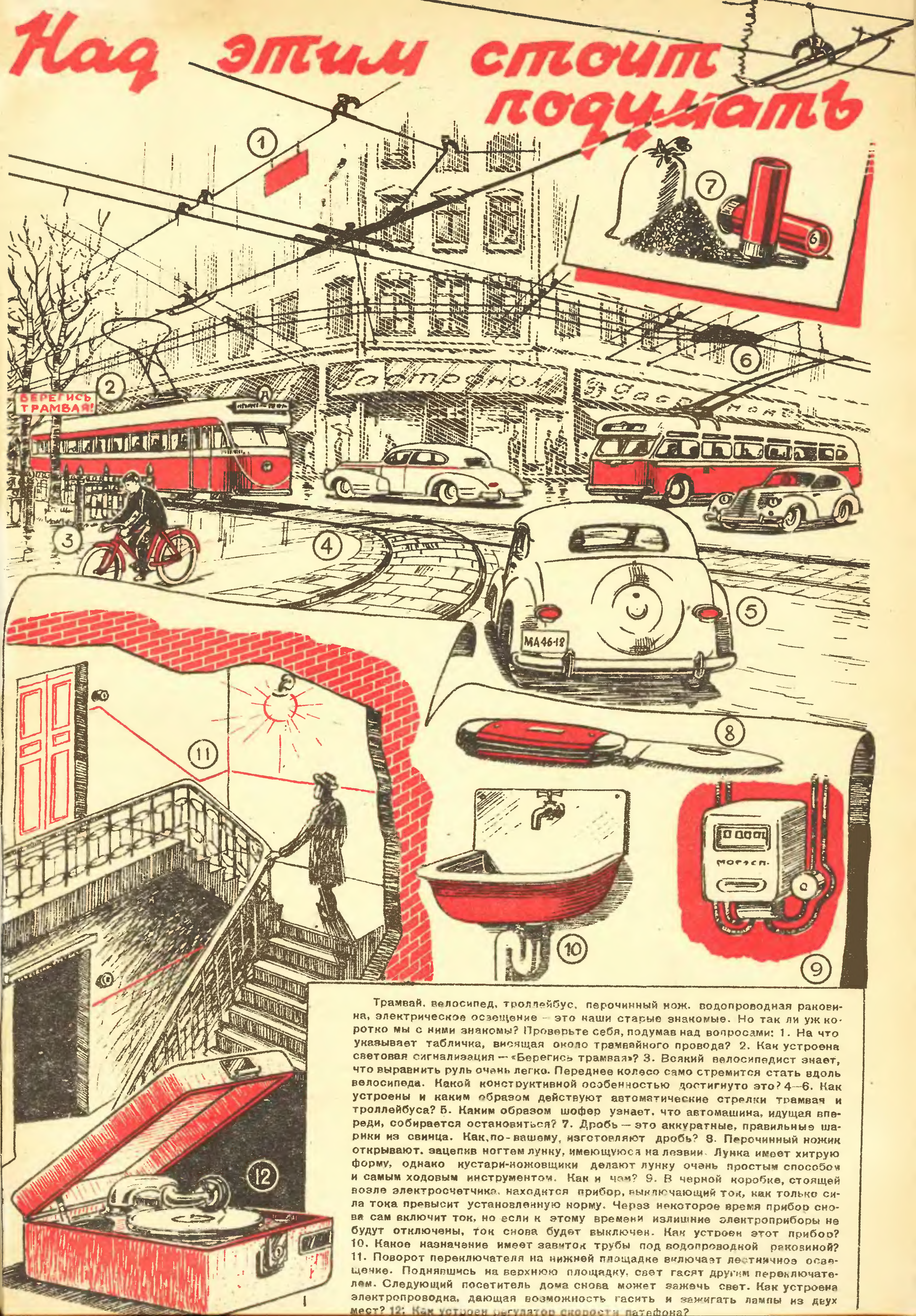
СОДЕРЖАНИЕ

Главный редактор В. И. ОРЛОВ **Худож. редактор Н. Перова**
Научное редактирование В. Д. ОХОТНИКОВА и А. С. ФЕДОРОВА

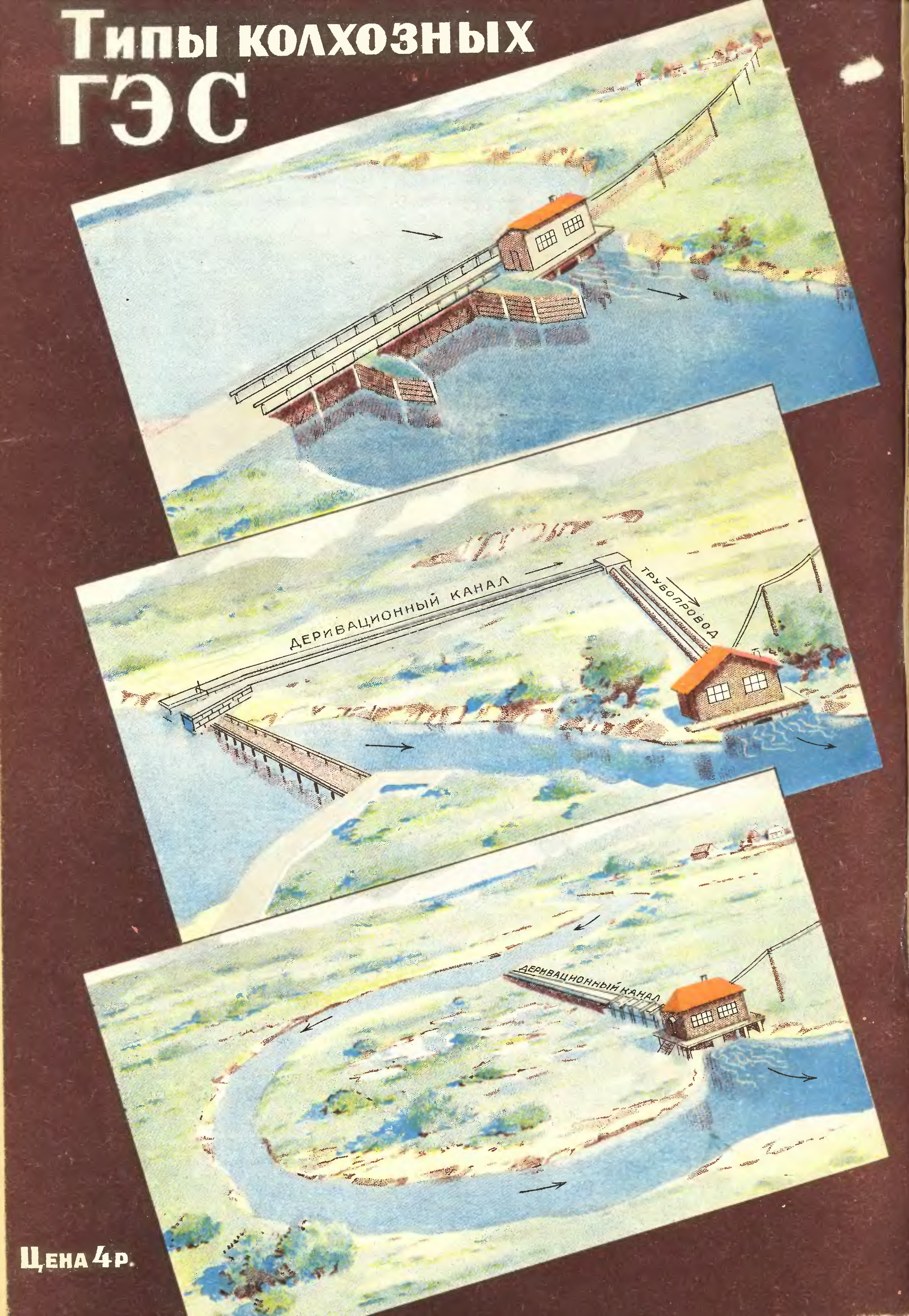
А04618. Подписано к печати 4/XI 1946 г. 4,5 печ. л. (7,5 уч.-изд. л.). Заказ № 3120. Тираж 51 000 экз. Цена 4 руб.

Фабрика детской книги Детгиза. Москва, Сущевский вал, 49.

Над этим стоит подумать



Трамвай, велосипед, троллейбус, перочинный нож, водопроводная раковина, электрическое освещение — это наши старые знакомые. Но так ли уж коротко мы с ними знакомы? Проверьте себя, подумав над вопросами: 1. На что указывает табличка, висящая около трамвайного провода? 2. Как устроена световая сигнализация — «Берегись трамвая»? 3. Всякий велосипедист знает, что выравнить руль очень легко. Переднее колесо само стремится стать вдоль велосипеда. Какой конструктивной особенностью достигнуто это? 4—6. Как устроены и каким образом действуют автоматические стрелки трамвая и троллейбуса? 5. Каким образом шофер узнает, что автомашина, идущая впереди, собирается остановиться? 7. Дробь — это аккуратные, правильные шарики из свинца. Как, по-вашему, изготовляют дробь? 8. Перочинный ножик открывают, зацепив ногтем лунку, имеющуюся на лезвии. Лунка имеет хитрую форму, однако кустари-ножовщики делают лунку очень простым способом и самым ходовым инструментом. Как и чем? 9. В черной коробке, стоящей возле электросчетчика, находится прибор, выключающий ток, как только сила тока превысит установленную норму. Через некоторое время прибор снова сам включит ток, но если к этому времени излишние электроприборы не будут отключены, ток снова будет выключен. Как устроен этот прибор? 10. Какое назначение имеет завиток трубы под водопроводной раковиной? 11. Поворот переключателя на нижней площадке включает лестничное освещение. Поднявшись на верхнюю площадку, свет гасят другим переключателем. Следующий посетитель дома снова может зажечь свет. Как устроена электропроводка, дающая возможность гасить и зажигать лампы из двух мест? 12. Как устроен регулятор скорости патефона?


Типы колхозных ГЭС
ДЕРИВАЦИОННЫЙ КАНАЛ
ТРУБОПРОВОД
ДЕРИВАЦИОННЫЙ КАНАЛ
Цена 4 р.